

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Кафедра систем управления и мехатроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование автоматизированной системы управления параметрами микроклимата производственного помещения

УДК 631.344.8:681.51.001.63

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е31	Киль Николай Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Тухватулина Лилия Равильевна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Невский Егор Сергеевич	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой СУМ	Губин Владимир Евгеньевич	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Разрабатывать математические модели составных частей объектов профессиональной деятельности методами теории автоматического управления.
P2	Применять необходимые для построения моделей знания принципов действия и математического описания составных частей мехатронных и робототехнических систем (информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных элементов и средств вычислительной техники).
P3	Определять характеристики объектов профессиональной деятельности по разработанным моделям.
P4	Разрабатывать макеты информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем.
P5	Применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения характеристик и параметров макетов.
P6	Выполнять расчетно-графические работы по проектированию информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем.
P7	Разрабатывать конструкторскую проектную

	документацию электрических и электронных узлов (включая микропроцессорные) мехатронных и робототехнических систем, принципиальные электрические схемы, печатные платы, схемы размещения, схемы соединения.
P8	Участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний
<i>Универсальные компетенции</i>	
P9	Обладать способностью владеть культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
P10	Обладать способностью уметь использовать нормативные правовые документы в своей деятельности.
P11	Обладать способностью иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией.
P12	Обладать способностью владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного.
P13	Обладать способностью владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.
P14	Обладать способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в

	<p>профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>
P15	<p>Обладать способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.</p>
P16	<p>Обладать способностью владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готов к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.</p>

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Кафедра систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Губин В.Е.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Е31	Киль Николай Викторович

Тема работы:

Проектирование автоматизированной системы управления параметрами микроклимата производственного помещения

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Тухватулина Лилия Равильевна
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е31	Киль Николай Викторович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Уровень образования – бакалавр
Кафедра систем управления и мехатроники
Период выполнения – осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
1.06.2017	Основная часть	60
27.05.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
11.05.2017	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой СУМ	Губин Владимир Евгеньевич	к.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 96 страниц, включает в себя 8 рисунков, 7 таблиц и 5 приложений. При работе были использованы 6 источников литературы.

Ключевые слова: микроконтроллер, микроклимат, датчик, производственное помещение, программирование.

Объектом исследования являются системы управления параметрами микроклимата производственного помещения.

Цель работы – Проектирование автоматизированной системы управления параметрами микроклимата производственного помещения с возможностью ввода параметров микроклимата помещения вручную. В системе должен быть предусмотрен вывод информации о состоянии среды на дисплей.

В процессе работы выполнено построение структурной схемы, выбор элементной базы, оптимальной для реализации поставленных задач, построена функциональная схема.

Содержание

Введение.....	12
1 Техническое задание.....	14
1.1 Цели и задачи.....	14
1.2 Назначение устройства.....	14
1.3 Сведения об объекте автоматизации.....	14
1.4 Требования к функциям, выполняемым системой.....	15
1.5 Требования к техническому обеспечению.....	15
1.6 Требования к программному обеспечению.....	16
2 Анализ задания.....	17
2.1 Устройства обогрева.....	17
2.2 Вентиляция.....	19
2.3 Влажность воздуха.....	24
2.3.1 Осушители воздуха.....	24
2.3.2 Увлажнители воздуха.....	26
2.4 Кондиционеры.....	28
3 Схема производственного помещения.....	32
4 Выбор датчиков.....	33
4.1 Выбор датчика температуры.....	34
4.2 Выбор датчика влажности.....	35
4.3 Выбор датчика запыленности.....	36
5 Расчет приборов для управления микроклиматом.....	36
5.1 Выбор осушителей воздуха.....	36
5.2 Расчет обогревателей.....	38
5.3 Выбор вентиляции.....	40
6 Выбор элементной базы.....	45
7 Алгоритм работы устройства.....	51

8. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	54
8.1 Потенциальные потребители результатов исследования	54
8.2 Анализ конкурентных технических решений	54
9 Планирование научно-исследовательских работ.....	59
9.1 Структура работ в рамках научного исследования	59
9.2. Определение трудоемкости выполнения работ	60
9.3 Разработка графика проведения научного исследования	65
9.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	66
9.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	66
9.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы.....	67
9.4.3 Дополнительная заработная плата	68
9.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	69
9.4.5 Накладные расходы.....	69
9.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта....	70
2.4.7 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования.....	71
10 Вредные факторы проектируемой производственной среды.....	75
10.1 Микроклимат	75
10.2 Уровень пылеобразования.....	75
10.3 Уровень шума	76
10.4 Вибрации	77
11 Опасные факторы проектируемой производственной среды.....	78
11.1 Механические опасности	78
11.2 Термические опасности	78
11.3 Электробезопасность	79

12 Экологическая безопасность.....	80
13 Пожарная безопасность	81
Заключение	85
Приложение А	86
Приложение Б.....	88
Приложение В.....	90
Приложение Г	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение Д.....	92

Введение

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Не имея возможности эффективно влиять на протекающие в атмосфере климатообразующие процессы, люди располагают качественными системами управления факторами воздушной среды внутри производственных помещений.

Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей.

Факторы, влияющие на микроклимат, можно разделить на две группы: нерегулируемые (комплекс климатообразующих факторов данной местности) и регулируемые (особенности и качество строительства зданий и сооружений, интенсивность теплового излучения от нагревательных приборов, кратность воздухообмена, количество людей и животных в помещении и др.).

Для проектирования устройства управления параметрами микроклимата производственного помещения следует решить следующие задачи:

а) Изучение существующих приборов и машин для поддержания микроклимата производственных помещений, изучение их принципа работы, технических характеристик и применимости к исследуемому производственному помещению.

б) Подбор электронных датчиков, с учетом их технических параметров, стоимости и надежности.

в) Написание программы для микроконтроллера.

г) Составления принципиальной электрической схемы устройства.

Для решения данных задач нужно произвести поиск доступных на рынке деталей, необходимых для реализации проекта. Следует подобрать программную среду и изучить язык программирования для написания прошивки под выбранный микроконтроллер. Изучить государственные стандарты по составлению и оформлению принципиальных электрических схем.

В результате выполнения данной работы будет произведен расчет электрической принципиальной схемы, написан программный код и произведен выбор оптимальных компонентов к устройству.

1 Техническое задание

1.1 Цели и задачи

Устройство предназначено для поддержания заданного микроклимата в производственном помещении.

Целью разработки является проектирование системы управления, контроля и поддержания параметров микроклимата в производственном помещении.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- Изучение существующих приборов и машин для поддержания микроклимата производственных помещений, изучение их принципа работы, технических характеристик и применимости к исследуемому производственному помещению.
- Подбор электронных датчиков, с учетом их технических параметров, стоимости и надежности.
- Написание программы для микроконтроллера.
- Составления принципиальной электрической схемы устройства.

1.2 Назначение устройства

Разрабатываемое устройство предназначено для управления параметрами микроклимата определенного помещения, служащего для сушки, сортировки и хранения производственного сырья. Использование данной системы в других помещениях требует изменений в управляющей программе и в исполнительных устройствах.

В состав системы входят микроконтроллер, датчики температуры, датчики влажности, датчики пыли, нагреватели, осушители воздуха и вентиляционная система.

1.3 Сведения об объекте автоматизации

Объектом автоматизации является производственное помещение.

Данное помещение имеет следующие размеры и параметры:

- Высота – 4 м;
- длина – 40 м;
- ширина – 12 м.
- диапазон температур: -20...35°C;
- напряжение питания сети переменного тока: 220 В, 50 Гц;

Помещение можно разделить на 3 зоны: сухого хранения, сушильные установки, станки.

1.4 Требования к функциям, выполняемым системой

Основные функции системы:

- поддержание заданных параметров микроклимата;
- отображение текущих параметров среды;
- автоотключение после окончания рабочей смены;
- автовключение перед началом рабочей смены.

1.5 Требования к техническому обеспечению

Разрабатываемое устройство должно сохранять работоспособность в производственных условиях предприятия, учитывая:

- Повышенное пылеобразование;
- пониженные температуры в нерабочее время (от -20°C до +35°C);
- перепады влажности (от 20% до 90%).

Используемые электротехнические элементы должны быть унифицированными, т.е. быть легко заменимыми. Количество портов микроконтроллера должно быть не менее 44 для реализации управления всеми параметрами микроклимата.

Должна быть предусмотрена возможность улучшения и модернизации устройства, в связи с этим необходимы резервные порты микроконтроллера, не менее 5 штук.

1.6 Требования к программному обеспечению

Используемое при разработке программное обеспечение и библиотеки программных кодов должны иметь широкое распространение, быть общедоступными. Базовой программной платформой должна являться операционная система MS Windows.

2 Анализ задания

Как было сказано выше наибольшее влияние на организм человека оказывают температура, относительная влажность и скорость движения воздуха, а также температура окружающих поверхностей. В связи с этим необходимо изучить принцип действия устройств, которые позволяют управлять данными параметрами.

2.1 Устройства обогрева

К устройствам обогрева можно отнести:

а) Радиаторы и конвекторы.

В качестве нагревательных приборов в отопительных системах конвекционного типа обычно используются чугунные радиаторы или конвекторы, выполненные из стали либо цветных металлов. Воздух обтекает радиатор снизу и спереди и, нагреваясь, поднимается вверх, проходит вдоль радиатора и выходит сверху нагретый и с заметной скоростью. Конвекторы отличаются от радиаторов тем, что имеют гораздо меньшие поверхности нагрева и располагаются в нижней части специального кожуха, который нужен для создания эффекта «дымохода», чтобы организовать движение воздуха мимо нагревательной поверхности и затем распределить поток нагретого воздуха по объему помещения. Характеристики кожуха конвектора зависят от размеров и положения отверстий для входа воздуха, а также от выбранного способа обдува нагревательной поверхности.

б) Системы с тепловентиляторами.

К системам конвективного нагрева относятся также применяемые в производственных помещениях системы с трубчатым калорифером, через который вентилятором с большой скоростью продувается воздух комнатной температуры. В условиях вынужденной конвекции в такой системе теплоотдача от нагревательной поверхности более интенсивна, чем для

обычного конвектора или радиатора, поэтому эффективность обогрева существенно выше по сравнению с другими системами. Тепловентиляторы обычно выполняются в виде блока, который устанавливается у потолка в центре обогреваемого помещения. Кожух тепловентилятора имеет жалюзи, которые позволяют изменять направление потока нагретого воздуха, чтобы обеспечить лучшее перемешивание воздуха в помещении и предотвратить образование нежелательных застойных зон с градиентом температуры. Трубчатые калориферы с развитой поверхностью нагрева иногда используются в подающих каналах воздушных отопительных систем вместо непосредственного воздушного нагрева. Эффективность работы тепловентилятора зависит от многих факторов, в частности, от его расположения в помещении и направлений воздушного потока на входе и выходе.

в) Воздушное отопление.

Этот термин относится к системам отопления, в которых подогретый воздух подается по проложенным в здании специальным каналам в отапливаемые помещения. Если комнатный воздух возвращается обратно для повторного нагрева, система называется рециркуляционной; в тех случаях, когда возврат воздуха не предусмотрен и в помещение поступает только подогретый наружный воздух, система называется вентиляционной. Последняя система используется только в тех помещениях, где рециркуляция воздуха недопустима. Воздушное отопление может быть естественным или принудительным. В системах с естественной циркуляцией перемещение воздуха происходит за счет разности температур и плотностей воздуха, поэтому важным требованием при проектировании воздуховодов является незначительность потерь на трение, чтобы обеспечить необходимую интенсивность циркуляции воздуха. В системах с принудительной циркуляцией используется внешний источник энергии для обеспечения требуемой интенсивности циркуляции. Поскольку скорости перемещения

воздуха в системах с принудительной циркуляцией значительно выше, проблема перемешивания воздуха упрощается, однако возникает проблема шума в воздуховодах и распределительных решетках.

г) Системы лучистого обогрева.

Лучистый обогрев - это вид обогрева, основанный на принципе теплового излучения, которое представляет собой переход тепла от тела с более высокой температурой к телу с более низкой температурой. В установках лучистого обогрева вследствие направленного излучения в нижнюю зону помещения и передачи тепла непосредственно обогреваемым поверхностям, а не воздуху, отсутствует необходимость приращения мощности установки в расчете на высоту помещения. Отсутствие застоя теплого воздуха в районе кровли способствует уменьшению теплопотерь помещения и созданию более комфортных условий для помещения. Кроме этого, в помещениях, отапливаемых приборами лучистого отопления, температура воздуха может быть немного ниже традиционно расчетной, в то время как поверхности стен и оборудования имеют температуру выше, что в целом дает ощущение комфорта для людей в помещении.

д) Системы кабельного обогрева.

Они представляют собой нагревательные (греющие) кабели и нагревательные ткани. Кабельный обогрев позволяет эффективно и экономично решать многие проблемы, связанные с поддержанием температур, разогревом, антиобледенением. Системы кабельного обогрева широко используются при создании «теплых» полов, а также при решении нестандартных задач обогрева;

2.2 Вентиляция

Вентиляция – это процесс, который должен создать благоприятную атмосферу в помещениях. На промышленных предприятиях часто наблюдается содержание различных вредных примесей в воздухе, а они

порой не совсем безопасны для здоровья работников. Без качественной циркуляции атмосфера на таком предприятии будет неподходящей для работы.

К классификации этого процесса можно подойти с различных сторон и в зависимости от критерия, виды вентиляции могут быть разные.

По способу организации воздухообмена она бывает: естественная и принудительная.

По назначению система может быть: приточная, вытяжная и приточно-вытяжная.

По площади, которая вентилируется: общеобменная и местная.

Рассмотрим достоинства и недостатки естественной и принудительной вентиляции (Таблица 2.2.1).

Таблица 2.2.1 – Сравнение вентиляции

Естественная вентиляция		Принудительная вентиляция	
Достоинства	Недостатки	Достоинства	Недостатки
Простота	Зависимость от температуры на улице	Не зависит от времени года и погоды	Шум во время работы
Низкая стоимость	Зависимость от скорости ветра	Можно подогреть входящий воздух	Высокая стоимость
Не требует электричества	Требуется дополнительный персонал	Очистка входящего воздуха от пыли	Расход электроэнергии
	Не очищает от пыли	Регулирование количества поступающего воздуха	
	Невозможно обеспечить приток к определенным зонам в цехах.		

Не смотря на высокую стоимость, искусственная вентиляция более эффективна, так как позволяет регулировать параметры микроклимата, что благоприятно сказывается на работоспособности рабочих на предприятии.

Далее необходимо выбрать назначение вентиляции.

Если оборудована приточная система, то свежий воздух подается внутрь помещения вентилятором, то есть автоматически, регулируя давление и поток. Отработанный воздух выходит самостоятельно через различные отверстия и щели. В этом варианте имеется возможность регулировать количество поступающего воздуха, используя задвижки, их обычно устанавливают на вентиляционных трубах.

Приточная циркуляция обычно устанавливается в тех зонах производства, куда нежелательно поступление вредных веществ из смежных помещений или зон. Также она помогает не допустить приток остывшего воздуха с улицы, поэтому довольно часто ее можно видеть в помещениях на предприятии, где достаточно тепло.

Вытяжная вентиляция на производстве осуществляется с точность до наоборот. Грязный воздух выводится на улицу через вентиляционные отверстия с помощью вентилятора. Чистый воздух заходит естественным путем через оконные проемы, двери и из соседних помещений.

При приточно-вытяжной системе приток и отток воздуха происходит через разные воздухоотводы принудительным путем. При организации такого типа системы должны выполняться определенные требования. Объем выходящего и поступающего воздуха должен быть практически одинаковым. Схема данной системы представлена ниже (Рисунок 2.2.1).

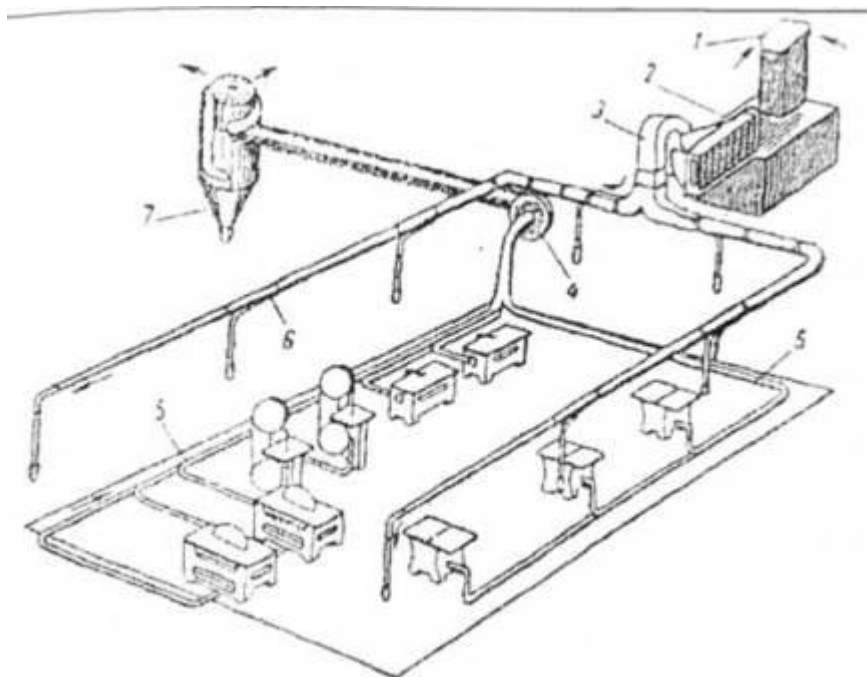


Рисунок 2.2.1 – Схема приточно-вытяжной вентиляции

Где

- 1 - воздухозаборная шахта;
- 2 - калорифер;
- 3 - приточный вентилятор;
- 4 - вытяжной вентилятор;
- 5 - воздуховоды вытяжной вентиляционной установки;
- 6 - воздуховоды приточной вентиляционной установки;
- 7 - пыловиддильный устройство (циклон)

Далее рассмотрим использование местной и общей вентиляции.

Практически на каждом предприятии имеются зоны или цеха, где организовано вредное производство. В целях нераспространения вредных веществ по всей территории предприятия предусмотрен этот вид вентиляции. Она удаляет ядовитые вещества сразу из того места, где они образуются.

Общеобменная вентиляция менее эффективна по сравнению с местной, так как она просто меняет воздух во всем помещении одновременно. Происходит так называемое разбавление вредных веществ

чистым воздухом. На многих химических предприятиях выделение вредных веществ может сильно варьировать, что делает использование общеобменной вентиляции совсем неэкономным.

Также в сильно больших производственных помещениях и там, где количество работающих людей небольшое, не имеет смысла использовать общеобменную вентиляцию. Достаточно установить местную систему в местах наибольшего скопления работников.

Независимо от типа вентиляции она, прежде всего, должна быть качественной и эффективной. Для выполнения этих условий необходимо, чтобы еще на этапе ее проектирования были выполнены некоторые рекомендации:

- Объем поступающего воздуха должен соответствовать тому количеству воздуха, который удаляется из помещений. Бывают случаи, когда необходимо сделать эти объемы разными, но все это заранее предусматривается.
- Приточную вентиляционную систему и вытяжную надо располагать правильно. Чистый воздух должен подходить, прежде всего, туда, где располагаются рабочие места, а отток должен быть максимальным в местах образования ядовитых веществ.
- Вентиляционная система не должна влиять существенно на температурный режим производственных помещений.
- Шум, издаваемый вентилирующими устройствами, не должен превышать допустимые нормы.
- Монтаж должен обязательно предусмотреть вопросы противопожарной безопасности.
- Вентиляция должна легко обслуживаться.
- Эффективность работы системы должна быть максимальной.

2.3 Влажность воздуха

Влажность воздуха в помещении влияет не только на состояние оборудования — в первую очередь от нее напрямую зависит здоровье и самочувствие человека.

2.3.1 Осушители воздуха

Осушители воздуха действуют по одному из принципов: конденсация, ассимиляция, абсорбция.

Абсорбционные осушители воздуха являются самым эффективным средством очистки воздуха, поскольку могут работать при очень низкой температуре воздуха в помещении (от -20°C) и относительной влажности, варьирующей от 2 до 100%, а также имеют самый высокий коэффициент полезного действия (КПД). Принцип абсорбции заключается во всасывании жидким или твёрдым абсорбентом (поглотителем) из воздуха излишних паров и газов.

Принцип конденсации заключается в преобразовании водяных паров, находящихся в воздухе, из газообразного состояния в жидкое. Такие осушители воздуха более эффективны, чем их аналоги, и имеют более высокий КПД. Недостатком является то, что при резком снижении температуры воздуха, эффективность работы данного осушителя, соответственно, уменьшается. Из этого можно сделать вывод, что осушители воздуха подобного типа не рационально использовать в помещениях с минусовой температурой воздуха.

Конденсационные осушители воздуха наиболее эффективны при работе в помещениях с очень высокой относительной влажностью воздуха.

Принцип ассимиляции заключается в таком способе осушения воздуха, когда холодный воздух всасывает в себя меньше водяных паров, чем тёплый. Ассимиляционные осушители воздуха напрямую зависят от параметров окружающей среды. Если сравнивать с другими аппаратами для осушения воздуха, то данные осушители имеют более низкий коэффициент

полезного действия (КПД) и не дают эффективного результата при работе в помещениях с повышенной относительной влажностью воздуха.

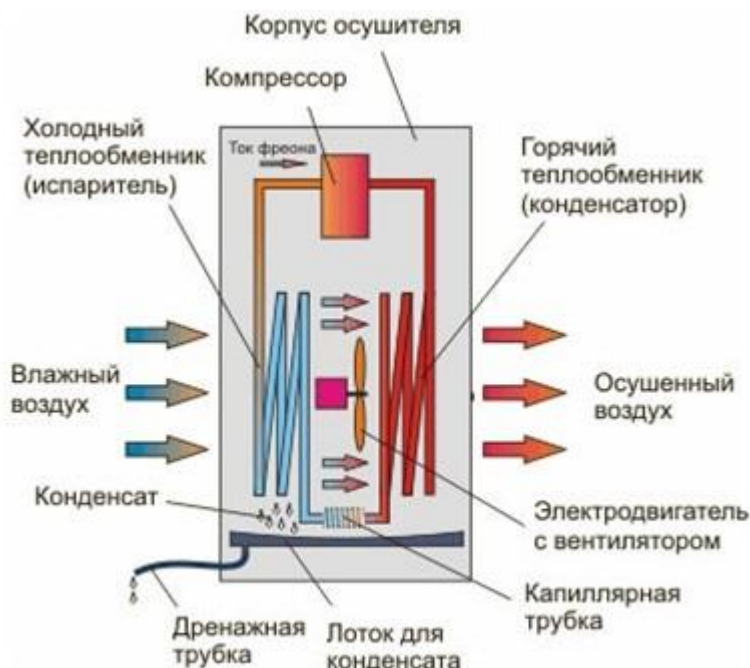


Рисунок 2.3.1.1 – Принцип работы конденсационного осушителя воздуха

Если требуется осушить воздух в помещении достаточно быстро, тогда принято использовать осушители, которые по своему принципу действия и конструкции не отличаются от кондиционеров. То есть в осушителе воздуха есть испаритель («холодный» радиатор) и конденсатор («теплый» радиатор). Встроенный вентилятор подает воздух на испаритель, где воздух охлаждается. В результате, из воздуха выпадает роса, которая стекает в поддон для конденсата. Далее воздух поступает на конденсатор, где нагревается до температуры на 3 — 5°C выше первоначальной (за счет тепла, выделяемого в процессе работы компрессора и вентиляторов) и поступает в помещение. Для автоматического поддержания заданной влажности воздуха осушители комплектуются встроенными или выносными гигростатами.

Принцип работы адсорбционного осушителя

Основной элемент оборудования — адсорбционный ротор. Он заполняется высокоэффективным адсорбентом. Ротор обрабатывает два потока воздуха параллельно: поступающий поток, который нуждается в осушении, и регенерирующий, который удаляет влагу, осевшую в роторе. Обработываемый воздух проходит через его часть, где охлаждается. Влага остается в адсорбенте ротора, после чего воздух движется далее и покидает устройство. Цель параллельного процесса — удалить влагу, которая осела в роторе. Делается это следующим образом: воздух нагревается приблизительно до 140 градусов и проходит через часть ротора, влага удаляется через поток регенерирующего воздуха.

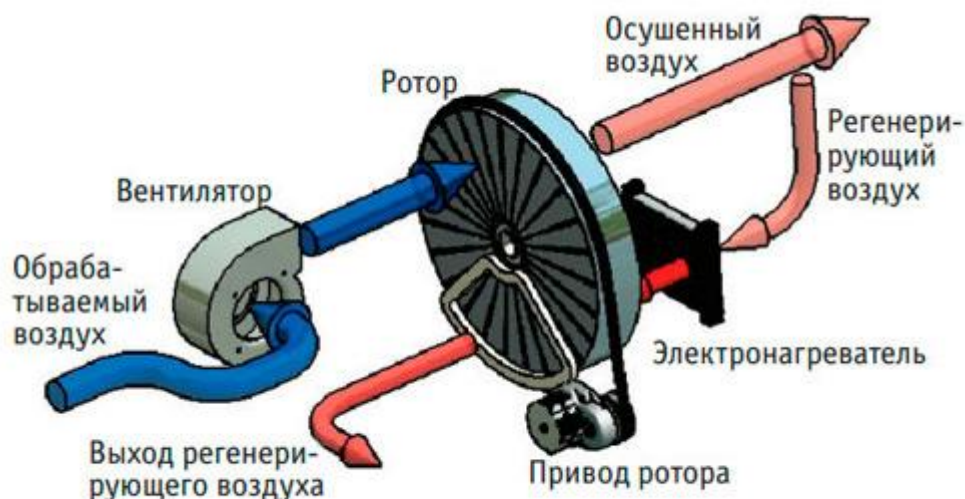


Рисунок 2.3.1.2 – Принцип работы адсорбционного ротора

2.3.2 Увлажнители воздуха

Назначением бытовых увлажнителей воздуха является создание благоприятного микроклимата для существования в нём людей, а промышленных увлажнителей - создание нормальных производственных условий для осуществления технологических процессов в различных промышленных отраслях, в которых недостаточная влажность воздуха

негативно отразиться на качестве сырья и, естественно, на качестве готовой продукции.

Помимо всего, промышленные увлажнители воздуха уменьшают уровень запыления в помещении, что положительно сказывается на качестве готовой продукции, ведёт к сокращению производственного брака, а также создаёт оптимальный для рабочих микроклимат в производственном помещении.

Промышленные увлажнители воздуха подразделяются на адиабатические и изотермические.

Изотермическое увлажнение воздуха возможно лишь при постоянно неменяющейся температуре воздуха в помещении. Принцип работы данного увлажнителя состоит в следующем. Нагревательные элементы увлажнителя доводят до очень высокой температуры воду, находящуюся в парогенераторе, в результате чего она переходит в парообразное состояние. Водяной пар выбрасывается в атмосферу и происходит увлажнение воздуха. Нагревательными элементами увлажнителей воздуха могут быть электроды, опущенные в жидкость, природный газ или тэны. При этом газовые увлажнители воздуха считаются более экономичными для потребителей, чем электрические увлажнители, поэтому их выгоднее всего использовать для увлажнения воздуха в больших помещениях.

Адиабатическое увлажнение воздуха происходит только в неизменно тёплой среде, то есть, чем выше относительная влажность воздуха, тем ниже его температура. Принцип действия такого увлажнителя состоит в том, что в воздух выбрасываются мельчайшие водяные капли, больше похожие на пыль, которые и увлажняют воздух и, одновременно с этим, температура данного помещения снижается. Адиабатические промышленные увлажнители воздуха бывают дисковые, ультразвуковые и распылительные.

В основе действия дисковых адиабатических промышленных увлажнителей воздуха лежит принцип действия центробежных сил. В центре

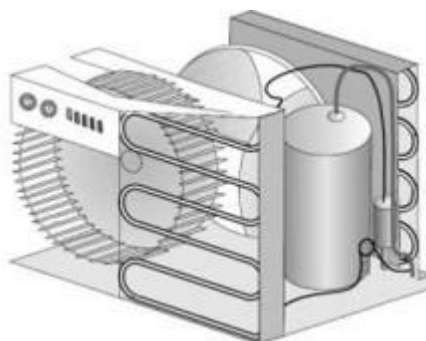
увлажнителя установлен диск, который вращается на огромной скорости, одновременно распыляя воду и превращая её в водный аэрозоль. Вентилятор выбрасывает аэрозоль в воздух, который, таким образом, увлажняется. Адиабатические увлажнители являются наиболее эффективными и экономичными в использовании, по сравнению с изотермическими увлажнителями.

Принцип работы ультразвуковых адиабатических промышленных увлажнителей заключается в следующем: на часто вибрирующую диафрагму из накопительного бака увлажнителя поступает вода, которая при контакте с диафрагмой становится водяной пылью с размером капли 2-5 мкм. Через своеобразное водяное облако с помощью вентилятора проходит наружный воздух и, таким образом, воздух в нужном помещении увлажняется.

Принцип работы распылительных адиабатических промышленных увлажнителей заключается в использовании сжатого воздуха, который проталкивает воду через форсунки и обращает её в водяную пыль. Такой вид увлажнителей рациональнее всего использовать в больших помещениях, так как, потребляя небольшое количество энергии, они, всё же, являются наиболее эффективными, по сравнению с другими увлажнителями.

2.4 Кондиционеры

Устройство кондиционера представлено следующими составляющими:



Устройство внешнего блока кондиционера

- компрессор,

- испаритель (радиаторная установка, находящаяся во внутреннем блоке кондиционера),
- компрессор (радиаторная установка, находящаяся во внешнем блоке)
- две вентиляционные установки, предназначенные для обдувания испарителя и конденсатора;
- медные трубки, соединяющие все части установки.

Принцип действия кондиционера основывается на следующих процессах. На вход воздухоочистителя подается фторсодержащий углеводород, или фреон, в газообразном состоянии под невысоким давлением. В части климатической установки, которая носит название компрессора, на фреон действует давление, вследствие чего хладагент разогревается, переходит в жидкую форму и начинает свое движение по всем частям климатической установки. Далее, проходя по этим частям, хладагент охлаждается, вследствие чего становится более прохладным и воздух, проходящий через климатическую установку. Сам же фреон опять переходит в газообразную форму, и весь цикл повторяется заново. В результате всех этих процессов выделяется большое количество тепла, в бытовых кондиционерах это тепло просто выбрасывается в окружающую среду через блок, который находится снаружи здания.

Классифицировать виды кондиционеров правильнее в целом по их главным технологическим различиям. Отталкиваясь от этого, они бывают:

- одноблочные;
- сплит-системы;
- мульти-сплит системы
- системы, где расход хладагента меняется.

Рассмотрим наиболее популярные на рынке установки:

- оконный электрический кондиционер – уходящая в прошлое конструкция кондиционера. Их особая отличительная черта — они легко

устанавливаются. У оконного кондиционера компрессор, холодильник и теплообменник находятся в одном корпусе – эта особенность является источником как всех его плюсов, так и минусов. Он закрепляется в оконное отверстие, значит, уменьшает зону остекления, при работе создает немало шума, не всегда способен одинаково освежать комнату крупной площади и сложной формы. При этом оконные кондиционеры имеют большой срок эксплуатации, недороги и несложны в конструкции;

- мобильный кондиционер размещают внутри здания. Прочен, просто устанавливается и разбирается. Для подсоединения его нужно отвести мягкую гофрированную трубу на улицу. Этот тип электрокондиционеров комфортен для дач, загородного жилья, временных построек в связи с его высокой мобильностью;

- сплит-система — обладает 2 внешними блоками. Сплит-концепции обладают пониженным шумообразованием, по этой причине безусловно подойдут для кондиционирования в жилом помещении, когда необходима работа климатической установки и в ночное время. Обладают широким спектром мощностей. Стоимость электрических кондиционеров данного вида в основном находится в зависимости от фирмы-изготовителя и мощности оборудования;

- кассетные сплит-установки размещают в помещениях с навесным потолком. Безусловно подойдут для комнат любой площади и высоты потолка, вследствие того, что готовы вентилировать в четырех направлениях. Сетка канального кондиционера исполнена в разных дизайнерских решениях, что дает возможность встроить такого рода сплит-систему равно как в дизайн кабинета, так и в дизайн общегородской жилплощади либо находящегося за городом здания;



Рисунок 1.4.1 – Инверторный кондиционер

- инверторный кондиционер появился на рынке относительно не так давно. Эта методика была создана в Японии, она дает возможность корректировать продуктивность компрессора электрического кондиционера. Если обыкновенная система функционирует с постоянной предельной мощностью, подключаясь и отключаясь в зависимости от температурного режима, существующего в помещении, то инверторные сплит-системы функционируют постоянно без отключения. При достижении установленной температуры воздуха в помещении сплит-система переключается в минимальный режим и не прекращает работать, переходя в режим поддержания температуры. Такой принцип работы дает возможность беречь электрическую энергию, более четко удерживать температуру, а самое основное – избегать значительных скачков температур.

- канальный кондиционер устанавливается в навесном либо подшивном потолке, который целиком прячет конструкцию электрической климатической установки. Распределение остывшего атмосферного потока происходит по системе изолированных воздуховодов, которые располагаются в межпотолочном пространстве. Вследствие этого, такого рода канальные электрические системы могут освежать мгновенно воздух в нескольких комнатах. Базисное различие канальных электрокондиционеров от других систем — в способности подачи свежего воздуха в объемах, требуемых для полного проветривания вентилируемых комнат. В качестве недостатков такой системы стоит отметить невозможность установления

температуры для каждого помещения в отдельности, а также высокая стоимость оборудования;

3 Схема производственного помещения

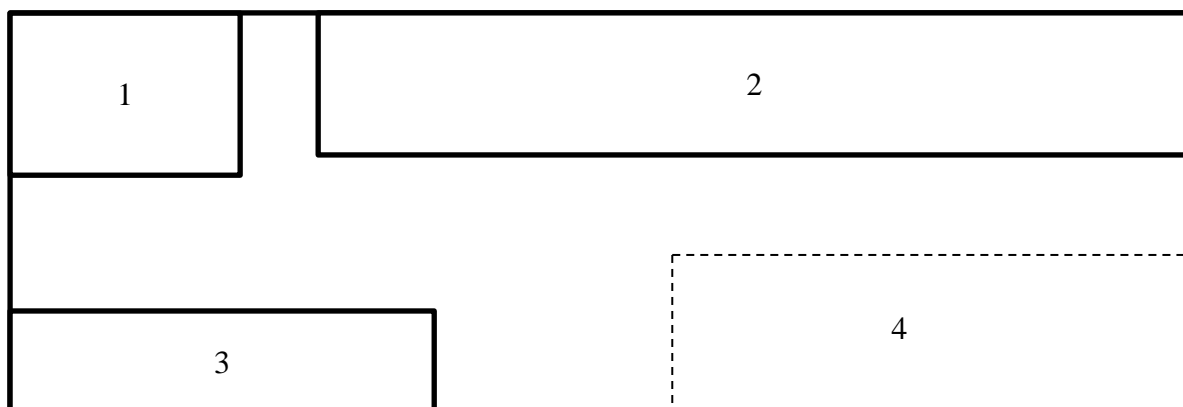


Рисунок 3.1 – Схема помещения

1,3 – Сушильные аппараты

2 – Станки

4 – Зона сухого хранения

Сушильные аппараты являются источником повышенной влажности и температуры в помещении, требуют осушения или вытяжки увлажненного воздуха.

Работающие станки повышают запыленность в помещении и требуют дополнительной местной вытяжной вентиляции.

Зона сухого хранения требует поддержания низкой относительной влажности воздуха, равной 15-20%.

4 Выбор датчиков

Прототипом здания, микроклимат которого необходимо регулировать, является промышленной площадкой для сушки, сортировки и хранения производственного сырья. Рабочие места расположены равномерно по всей площади помещения.

Исходные данные:

Длина – 40 м

Ширина – 12 м

Высота – 4 м

Согласно таблице 4.1 при площади 480 м² необходимо 10 участков измерения.

Таблица 4.1 – Таблица количества участков измерений

Площадь помещения, м	Количество участков измерения
До 100	4
От 100 до 400	8
Свыше 400	Количество участков определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м.

Расположим их равномерно согласно рисунку 3.1.

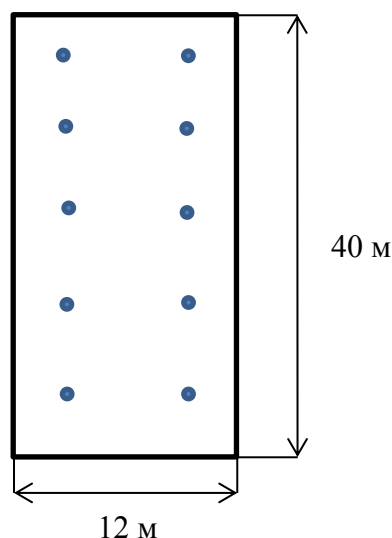


Рисунок 4.1 – Схема расположения датчиков температуры

Необходимо использовать 10 датчиков температуры. Так как вся работа выполняется стоя, то датчики температуры располагаются на высоте 1.5 м. Датчики пыли должны находиться в местах наибольшего образования пыли, так как такие зоны расположены только вблизи станков, то можно ограничиться тремя такими датчиками (Рисунок 4.2).

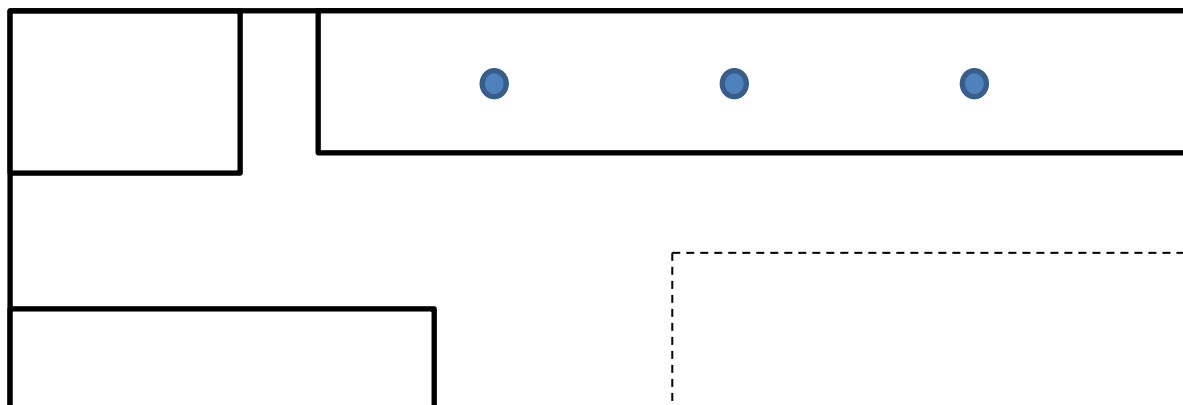


Рисунок 4.2 – расположение датчиков пыли

● – Датчик пыли

Согласно требованиям СанПиН [5], параметры измерительных приборов должны соответствовать следующим критериям (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Требования к измерительным приборам

Наименование показателя	Диапазон	Предельное отклонение
Температура воздуха, °С	от -30 до 50	$\pm 0,2$
Относительная влажность воздуха, %	от 0 до 90	$\pm 5,0$
Скорость движения воздуха, м/с	от 0 до 0,5	$\pm 0,05$
	более 0,5	$\pm 0,1$

4.1 Выбор датчика температуры

Сравним несколько датчиков температуры и выберем лучший по соотношению цена/качество.

Таблица 4.1.1 – параметры датчиков температуры

Модель	КТУ84/130	DS18B20	HEL-705-U-0-12-00
Минимальная измеряемая температура,С	-40	-55	-200
Максимальная измеряемая температура,С	300	125	260
Чувствительный элемент	п/п	п/п	платина
Точность, %	1	0.5	0.1
Время ответа,с	1	0.75	0.5
Измеряемая среда	газ/жидкость	газ/поверхность	газ/поверхность
Входной сигнал (питание)	-	3..5.5 В	1 мА
Выходной сигнал	Зависимость τ от t	Цифровой	Напряжение
Стоимость	160	190	1900

Среди рассмотренных датчиков лучшими параметрами обладает датчик HEL-705-U-0-12-00, однако, учитывая его стоимость, выгоднее будет использовать DS18B20. Параметры датчика удовлетворяют требованиям, а так же он лучше всего подходит для совместной работы с микроконтроллерами.

4.2 Выбор датчика влажности

Далее необходимо выбрать датчики влажности (таблица 3.2.1).

Таблица 4.2.1 – Параметры датчиков влажности

Модель	HH-4000	SHT15	HH10D
Напряжение питания, В	4.0-5.8	2.4-5.5	3
Точность, %	0.5	2	3
Выходной сигнал	0.8-3.8 В	I2C	частота
Ток питания, мкА	200	500	150
Диапазон измерения RH, %	0-100	0-100	0-99
Время отклика, с	15	5-30	8
Стоимость	1400	1760	500

Среди предложенных вариантов HH10D кажется самым привлекательным вариантом, однако реализация напряжения питания 3 В было бы нерациональным решением, так как потребовало бы дополнительных элементов, которые увеличили бы сложность и габариты

устройства. Таким образом остановимся на НН-4000 в связи с его высокой точностью и удобным для обработки выходным сигналом.

4.3 Выбор датчика запыленности

Так как в процессе работы в помещении выделяется большое количество пыли, то необходимо выбрать датчики пыли. Выделим несколько вариантов (таблица 4.3.1).

Модель	Dust Sensor	Dusty	Sharp
Чувствительность, В/(100 мкг/м ³)	0.5	-	0.5
Диапазон, мкг/м ³	500	200	500
Рабочий ток (максимальный), мА	20	170	20
Напряжение питания, В	2.5-5.5	12-24	5-7
Стоимость, руб	1140	3000	1200

Датчик Dusty не подходит в связи с высоким напряжением питания и завышенной ценой. Другие два датчика одинаковы по своим параметрам, однако цена Dust Sensor ниже, следовательно будем использовать именно его.

5 Расчет приборов для управления микроклиматом

5.1 Выбор осушителей воздуха

Так как на данном объекте создается повышенная влажность при сушке влажного сырья, то необходимо выбрать подходящий осушитель воздуха. Так же 1/4 площади помещения служит для сухого хранения.

Формула вычисления производительности осушителя для склада сухого хранения:

$$Q = V \times 1.2 / 1000$$

Условные обозначения:

Q - расчетная производительность, м³/ч

V - объем помещения, м^3

Подставив значения, находим требуемую производительность осушителя для зоны сухого хранения – $0.6 \text{ м}^3/\text{ч}$ (14.4 л/день)

Так же понадобится осушитель для осушения влажного воздуха между сушильными аппаратами. Для этих целей понадобится осушитель той же мощности, что и для зоны сухого хранения.

Данным параметрам соответствует следующие осушители воздуха (Таблица 5.1.1)

Таблица 5.1.1 – Осушители воздуха

Параметр	Конденсационный	Адсорбционный
Модель	Neoclima ND-20AH	MASTER DHA 10
Интенсивность осушения, л/сутки	20	9
Объем бака для сбора конденсата, л	4,8	-
Максимальный воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$	250	200
Мощность энергопотребления, Вт	450	780
Напряжение питания, В	220	220
Уровень шума, дБ	48	50
Необходимое количество	2	4
Стоимость	12000	12300



Рисунок 5.1.1 – Конденсационный осушитель

Достоинством адсорбционных осушителей является независимость производительности устройства от температуры в помещении. В ночное время предусмотрено поддержание положительной температуры на уровне 10 градусов, в следствии чего конденсационный осушитель снижает свою производительность, но остается в рабочем состоянии. Из рассмотренных

вариантов конденсационный осушитель Neoclima ND-20АН является более подходящим для данного помещения. Адсорбционный осушитель MASTER DHA 10 уступает по всем параметрам выбранному устройству. Расположение осушителей приведено на рисунке 5.1.2.

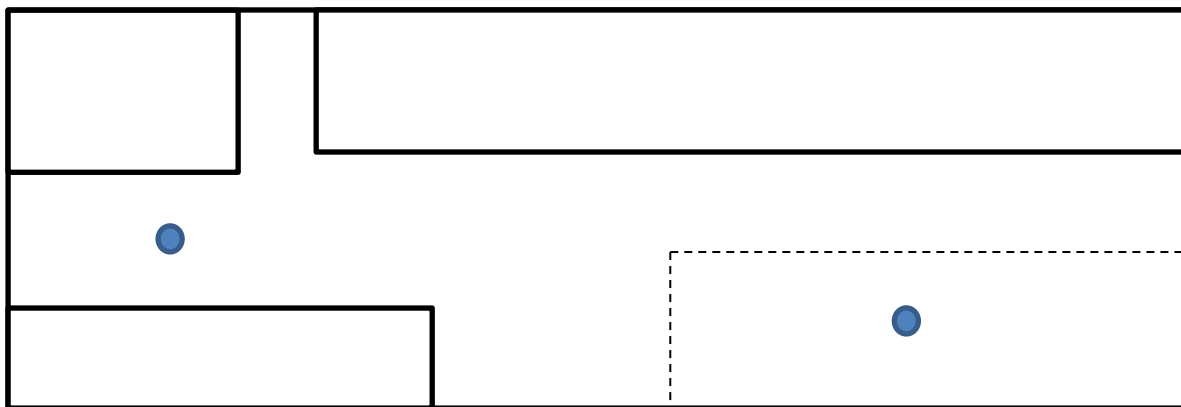


Рисунок 5.1.2 – Расположение осушителей

● – Осушитель воздуха

5.2 Расчет обогревателей

Далее необходимо выбрать систему отопления для помещения

Расчет тепловой мощности проводится по следующей формуле 5.2.1:

$$Q=S*K1*K2*K3*K4*K5*K6*K7/10, \quad (5.2.1)$$

Где

K1=1,27 (стандартное остекление);

K2=0,854 (высокая теплоизоляция);

K3=0,8 (соотношения площадей окон и пола 10%);

K4=0,7;

K5=1,4 (4 стены выходят наружу);

K6=1 (Не отапливаемое);

K7=1,15 (Высота потолка 4 м).

Подставив значения получаем величину Q=47 кВт/час.

Сушильные аппараты оборудованы шестью тэнами по 2 кВт каждая. Общая потребляемая мощность 24 кВт. Следовательно, необходимо установить обогрев помещения с учетом теплоотдачи данных аппаратов.

Для обогрева помещения можно использовать Воздушно-тепловую завесу с водяным обогревом Тепломаш КЭВ-29П2121W или тепловые электрические пушки MASTER с параметрами, представленными в таблице 5.2.1:

Таблица 5.2.1 – Параметры устройств обогрева

Параметр	Тепломаш КЭВ-29П2121W	Тепловая пушка MASTER
Тепловая мощность (макс.), кВт	13,5	3,3
Расход воздуха, м³/ч	1500	510
Параметры электропитания (В/Ф/Гц)	220-240 / 1 / 50	230/1/50
Вес, кг	24	-
Необходимое количество	2	7
Стоимость одного устройства	25000	3740
Всего	50000	26180

Использование тепловых пушек MASTER более выгодно с материальной точки зрения, так же монтаж семи тепловых пушек позволит эффективнее регулировать температуру в помещении, устанавливая нагреватели вблизи рабочих мест.

Расположим тепловые пушки согласно рисунку 5.2.1. Данное расположение нагревателей позволит осуществлять равномерный обогрев производственного помещения, с учетом того, что сушильные аппараты сами являются источником тепла.

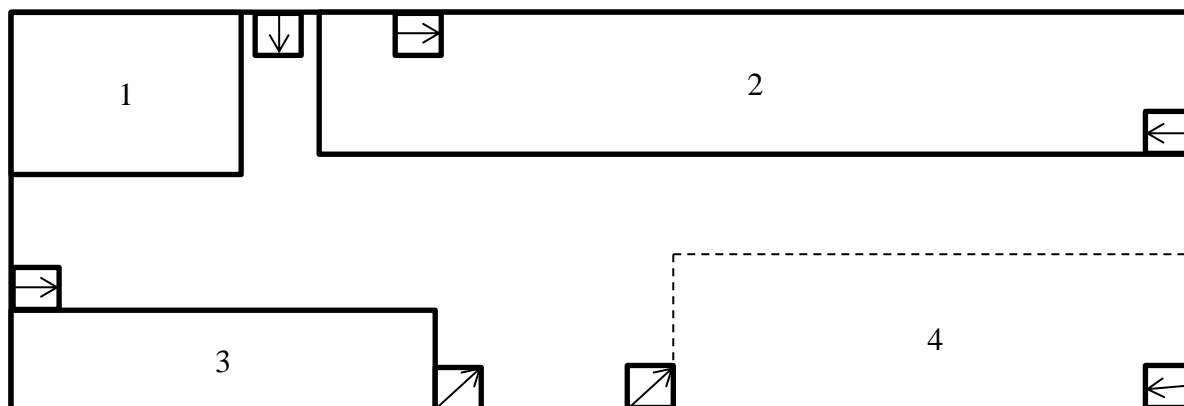


Рисунок 5.2.1 – Расположение нагревателей

 – Нагреватель

1,3 – Сушильные аппараты

5.3 Выбор вентиляции

В исследуемом производственном помещении естественная вентиляция почти отсутствует, осуществляется только через дверные проемы. В связи с этим предлагается установить приточно-вытяжную вентиляцию.

Помещение оборудовано станками с повышенным пылеобразованием и сушильными аппаратами, создающими повышенную влажность. Воздуховоды вытяжной вентиляции должны быть расположены рядом с данным оборудованием (Рисунок 5.3.1).

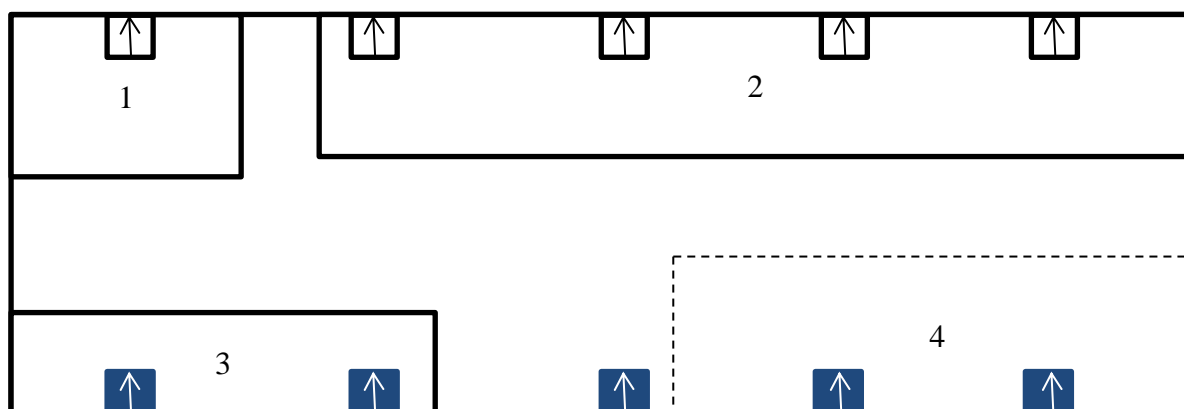



Рисунок 5.3.1 – Схема расположения воздуховодов вентиляции

 – Воздуховоды вытяжной вентиляции

 – Воздуховоды приточной вентиляции

1,3 – Сушильные аппараты

2 – Станки

4 – Зона сухого хранения

Данное расположение воздуховодов позволит обеспечить равномерное перемещение воздуха, а так же ускорить удаление пыли из атмосферы производственного помещения.

Далее необходимо рассчитать мощность вентилятора, которую находят из расчета необходимого воздухообмена.

Расчет воздухообмена из условия выделения вредных веществ (формула 5.3.1):

$$L_в = \frac{G_{вп}}{q_{пдк} - q_{п}}, \quad (5.3.1)$$

Где

$L_в$ - количество приточного или удаляемого воздуха в зависимости от принятой схемы механической вентиляции, $м^3/с$,

$G_{вп}$ - количество вредных веществ, выделяемых в производственном помещении, $мг/с$,

$q_{пдк}$ - предельно допустимая концентрация вредных веществ в помещении, $мг/м^3$. Определяется из ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”.

$q_{п}$ - концентрация вредных веществ в наружном воздухе, подаваемом в помещение, $мг/м^3$.

При одновременном выделении в воздух рабочей зоны нескольких вредных веществ, расчет ведут по тому вредному веществу, для которого требуется подача чистого воздуха в наибольшем количестве.

Количество пыли, поступающей при работе всех станков, возьмем с запасом и примем 100 мг/ч. Предельно допустимая концентрация пыли растительного происхождения (зерновая) равна 4 мг/м³. (ГН 2.2.5.686-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы).

Подставив значения получим необходимую производительность приточного и вытяжного вентиляторов равной 25 м³/ч.

Так же посчитаем необходимый воздухообмен с позиции постоянного количества рабочих в данном помещении.

Норма воздухообмена составляет 40 м³/ч×чел.

Получаем $L_в = 120$ м³/ч.

Определение необходимого воздухообмена по избыткам тепла

Необходимый воздухообмен по избыткам тепла L , м³/ч, определяется по формуле 4.3.2:

$$L = \frac{Q}{C * \rho * (t_{yx} - t_{np})}, \quad (5.3.2)$$

где Q - избыточное тепло, выделяемое в помещении, Дж/ч;

C - удельная весовая теплоемкость воздуха, равная 1004 Дж/кг;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

t_{np} , t_{yx} температура приточного, температура уходящего из помещения воздуха соответственно, °С.

Температура воздуха, удаляемого из помещения t_{yx} , °С определяется по эмпирической формуле 5.3.3:

$$t_{yx} = t_{p.z.} + \Delta t(H - 2), \quad (4.3.3)$$

где

$t_{p.z.}$ - температура воздуха в рабочей зоне, °С,

Δt - градиент температуры по высоте помещения (от 1 до 5 °С);

H - расстояние от пола до центра вытяжных проемов, м;

2 - высота рабочей зоны, м.

Определение теплоизбытка в помещении:

1) Тепловыделение от людей

Количество тепла, выделяемого человеком, зависит от его физической нагрузки и от температуры воздуха в помещении. Количество тепла, выделяемого одним человеком, можно определить из таблицы 5.3.1.

Таблица 5.3.1 – Количество тепла, выделяемого человеком

Физические нагрузки	Количества тепла, Дж, выделяемого в помещении при температуре воздуха, °С					
	10	15	20	25	30	35
В покое	586040	523250	418600	334880	334880	334880
При легкой работе	648830	565110	544180	523250	523250	523250
При работе средней тяжести	774410	753480	732550	711620	711620	711620
При тяжелой работе	1046500	1046500	1046500	1046500	1046500	1046500

В данном случае: $Q_{\text{л}} = 732550 \cdot 3 = 2197650 = 2200 \text{ кДж}$

2) Тепловыделения от станков

Количество тепла, выделяемого от станков определяется по формуле

4.3.4:

$$Q_{\text{станков}} = 860 \cdot N_{\phi} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \varphi_4, \quad (4.3.4)$$

Где

860 – тепловой эквивалент;

N_{ϕ} – номинальная мощность, расходуемая станками, кВт;

φ_1 – коэффициент использования мощности (обычно от 0,7 до 0,9);

φ_2 – коэффициент загрузки (от 0,5 до 0,8);

φ_3 – коэффициент одновременности работы;

φ_4 – коэффициент ассимиляции тепла воздухом, учитывающий, какая частота тепла затрачиваемой механической энергией передается в виде тепла воздуха помещения

$$Q_{\text{ст}} = 860 \cdot 28 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 7000 \text{ Дж} = 7 \text{ кДж}$$

3) Тепловыделения от источников искусственного освещения

Избытки тепла в помещении от источников света $Q_{\text{ист.св.}}$, Дж, можно определить из выражения 5.3.5:

$$Q_{\text{ист.св.}} = 860 \cdot N_{\Sigma}, \quad (5.3.5)$$

Где

N_{Σ} – суммарная потребляемая мощность освещения, кВт.

Практически принимается, что вся мощность источника света переходит в тепло.

$$Q_{\text{ист.св.}} = 860 \cdot 0,1 \cdot 20 = 1720 \text{ Дж} = 1,72 \text{ кДж}$$

4) Тепло, вносимое в помещение солнечной радиацией

Количество тепла, поступающего от солнечной радиации определяется по формуле 5.3.6:

$$Q_{солн.рад.} = F_{ост} * K_{ост} * q_{ост}, \quad (5.3.6)$$

Где

$F_{ост}$ – поверхность остекления, м²;

$K_{ост}$ – коэффициент, зависящий от характеристики остекления;

$q_{ост}$ – солнечная радиация через 1 м² поверхности остекления в зависимости от ориентации по сторонам света, Дж.

Так как в помещении отсутствуют окна, то примем $Q_{солн.рад.}=0$.

Q с учетом количества человек, сложности работы, нагрева от оборудования примем 2208 кДж.

$$L=2208000/(1000*2*1,204)=917 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Выбор приточного и вытяжного вентилятора следует осуществлять по максимальному значению $L=917 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Выберем несколько вариантов вентилятора подходящих под требования(Таблица 5.3.2).

Таблица 5.3.2 – Сравнение вентиляторов для вентиляции

Параметр	Среднего давления	Низкого давления
Модель	ВЦ14-46-2	ВР 80-75 №2,5
Мощность двигателя, Вт	370	120
Частота вращения, об/мин	1450	1450
Производительность, м ³ /ч	0,4-1,4	0,48-0,98
Полное давление, Па	270-305	193-96
Стоимость, руб	7000	6500

С точки зрения цены предпочтительным будет вентилятор низкого давления, так же данные вентиляторы более приспособлены для вытяжки воздуха с вредными примесями. К преимуществам вентилятора среднего давления относится большая возможность для регулирования производительности. С учетом всего вышесказанного лучшим решением будет использование вентилятора низкого давления ВР 80-75 №2,5.

6 Выбор элементной базы

Проведем выбор элементной базы для реализации системы управления.

К микроконтроллеру можно предъявить следующие требования (Таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Требования к микроконтроллеру

Разрядность, бит	8
Тактовая частота, МГц	0...16
Объем FLASH – памяти, Кбайт	Не менее 8
Напряжение питания, В	4,5...5,5
Общее число портов	Не менее 50
Температурный диапазон, С	+10...+50

Сравним микроконтроллеры производства Atmel, Microchip и ST Microelectronics (Таблица 5.2). Выбор данных компаний был сделан в связи с распространенностью и доступностью микроконтроллеров их производства.

Таблица 6.2 – Сравнительная таблица

Микроконтроллер	ATmega1281	PIC 16F873	STM32F030K6T6
Разрядность, бит	8	8	32
Тактовая частота, МГц	0...16	0...20	0...48
Объем FLASH – памяти, Кб	128	4	256
Напряжение питания, В	2,7...5,5	4,5...5,5	2...3,6
Число портов I/O	54	22	55
Температурный диапазон, С	-40...+85	-40...+85	-40...+85
Стоимость, руб	400	270	80

Микроконтроллеров производства ST Microelectronics, работающих от напряжения питания 5 В, найдено не было, а продукция Microchip уступает по цене и количеству портов, важных для дальнейшей модернизации разрабатываемого устройства. ATmega1281 с напряжением питания 5 В, При объеме FLASH – памяти 128 Кбайт, с 54 портами полностью удовлетворяет требованиям к разрабатываемому устройству. Наличие документации на русском языке и работа с уже знакомым микроконтроллером облегчит процесс проектирования и позволит повысить

эффективность системы. Данный микроконтроллер изображен на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Микроконтроллер ATmega1281

Рассмотрим устройства для ввода данных.

Тактовая кнопка – простой механизм, замыкающий цепь пока есть давление на толкатель. Преимуществами являются простота использования, низкая стоимость и компактность (Рисунок 6.2).

Так же рассмотрим вариант ввода информации с помощью клавиатуры АК-1604-N-BBW, представленной на рисунке 5.2. Использование клавиатуры облегчит управление проектируемым устройством, но увеличит стоимость, габариты и используемое число портов микроконтроллера (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Параметры устройств ввода

Параметр	Кнопка	Клавиатура
Коммутируемое напряжение, В	12	24
Коммутируемый ток, А	0.05	0.1
Рабочая температура	-20...60	-20...70
Габаритные размеры, мм	6x6x11	82x72x14
Необходимое количество	8	1
Стоимость, руб	4	420



Рисунок 6.2 – Кнопка



Рисунок 6.3 – Клавиатура

Так как удобство эксплуатации является приоритетной целью, то было решено использовать клавиатуру.

Так же необходимо выбрать устройство вывода информации, получаемой от датчиков. Для удобства восприятия информации человеком необходимо, чтобы показания каждого датчика выводились на экран одновременно. Таким образом понадобится дисплей, позволяющий выводить более 100 символов. Данным требованиям соответствует дисплей WH4004A-YYH-CT LCD с параметрами, представленными ниже.

Таблица 6.4 – Параметры дисплея

Параметр	Дисплей
Количество символов	40
Количество строк	4
Напряжение питания, В	5
Рабочая температура, С	-20...70
Стоимость, руб	2500

Для реализации проекта необходимо управлять переменным напряжением с помощью управляющего сигнала от микроконтроллера.

Реле должно соответствовать следующим параметрам.

Таблица 6.5 – Требования к реле

Коммутируемое переменное напряжение, В	220
Максимальный коммутируемый ток, А	Не менее 5
Номинальное рабочее напряжение, В	5
Управляющий ток, мА	150

Рассмотрим реле с техническими параметрами, представленными в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Параметры реле

Параметр устройств	Электромагнитное реле	Контактор	Твердотельное реле
Модель	RT174005	АЕ-9-30-00	ННГ1-1
Номинальное рабочее напряжение, В	5	24	3...32
Максимальное коммутируемое переменное напряжения, В	250	220	40...440
Максимальный ток нагрузки, А	10	115	20
Управляющий ток, мА	150	9000	6-35
Время срабатывания, мс	7	-	10
Рабочая температура, С	-40...85	-25...40	-30...80
Стоимость, руб	210	570	600

Оптимальными параметрами для разрабатываемого устройства обладает электромагнитное реле RT174005 (Рисунок 5.3). Как контактор, так и твердотельное реле имеют завышенную стоимость, при этом лучшие параметры никак не скажутся на работе разрабатываемого устройства.



Рисунок 6.4 – Реле

Так же необходимо выбрать схему для выпрямления переменного напряжения 220 В с максимальным током не менее 5 А. Для получения постоянного напряжения можно использовать диоды, тиристоры или симисторы. Сравнительная таблица диода VS-20ETS08PBF, тиристора

TYN408 и симистора BTA12-600BRG представлена ниже (Таблица 6.7).

Таблица 6.7 – Параметры полупроводниковых элементов

Электронный компонент	Тиристор	Диод	Симистор
Максимальное постоянное обратное напряжение, В	400	800	600
Максимальное импульсное обратное напряжение, В	400	900	600
Макс. среднее за период значение тока в открытом состоянии, А	5	20	12
Наименьший постоянный ток управления, необходимый для включения элемента, А	0,025	-	0,05
Рабочая температура, С	-40...125	-45...125	-40...125

Для реализации проекта необходимо использовать большое число портов микроконтроллера, поэтому необходимо свести их использование к минимуму в тех местах, где можно обойтись без них. Так как только диоды являются неуправляемыми элементами, то было решено использовать именно их.

Далее выберем конденсатор, обеспечивающий сглаженную форму выпрямленному напряжению.

Емкость конденсатора рассчитываем по формуле 6.1:

$$C = 10 \frac{1}{2\pi f R_H} \quad (6.1)$$

Подставив данные, получаем 76 мкФ. Выбираем конденсатор, доступный на рынке, номиналом 100 мкФ.

Выберем транзисторы. Они должны обладать достаточным коэффициентом усиления по току, с допустимым напряжением коллектор-эмиттер от 5 В, ток коллектора – от 150 мА. Таким параметрам соответствует транзистор BF422.112. Параметры данного транзистора приведены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Параметры транзистора

Структура	npn
Макс. напр. к-б при заданном обратном токе к и разомкнутой цепи э.(Uкбо макс),В	250
Макс. напр. к-э при заданном токе к и разомкнутой цепи б.(Uкэо макс),В	250
Максимально допустимый ток (Iк макс.А)	0,2
Статический коэффициент передачи тока h21э	50

Определим ток базы транзистора (формула 6.2):

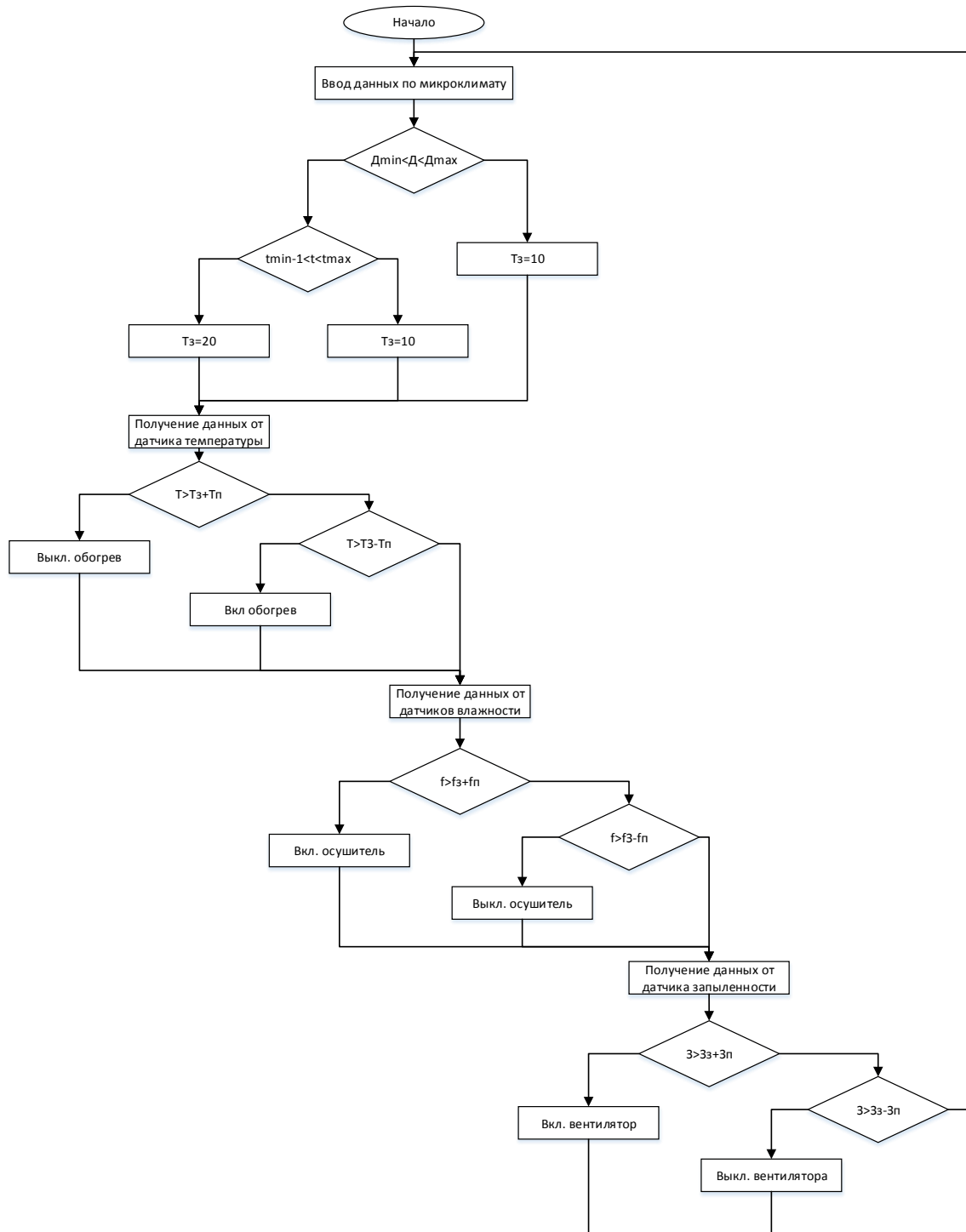
$$I_б = \frac{I_c}{h} = \frac{0,2}{50} = 0,004 \text{ А} \quad (6.2)$$

Далее определяем сопротивление резистора, который должен стоять на базе транзистора (формула 6.3):

$$R_{вх} = \frac{U_{пит}}{I_{вх}} = \frac{5}{0,004} = 1250 \text{ Ом} \quad (6.3)$$

Выберем ближайшее значение сопротивления из представленных на рынке: 1300 Ом. Таким образом, ток коллектора будет равняться 192 мА, что так же удовлетворяет требованиям к управляющему ток выбранного реле.

7 Алгоритм работы устройства



Перед началом работы устройства пользователю необходимо задать требуемые параметры микроклимата (температуру, влажность, уровень запыленности и скорость воздушного потока), а так же их допустимые отклонения. Вводятся время начала и окончания рабочей смены, дополнительно задается режим работы устройства на нерабочий промежуток времени.

Далее, устройство определяет свой режим работы (сменный или нерабочее время) в зависимости от показаний встроенных часов.

Следующим шагом микроконтроллер получает данные от датчиков (температуры, влажности и запыленности) и при недопустимых отклонениях регулирует соответствующие параметры с помощью исполнительных устройств.

Во время работы устройства допустимы ручные изменения в настройках параметров микроклимата по усмотрению работников производственного помещения.

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Е31	Киль Николай Викторович

Институт	Кибернетики	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- Оклад студента 1600 руб. в месяц - Оклад руководителя – 350100 руб. в месяц
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- Тариф на электроэнергию – 14,88 руб/кВт*ч.;
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году пониженная ставка – 27,1%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- SWAT-анализ - Технология QuaD
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	- Определение трудоемкости выполняемых работ; - Расчет материальных затрат НИИ; - Основная и дополнительная заработная плата; - Отчисления во внебюджетные фонды; - Накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Анализ эффективности

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Тухватулина Л.Р.	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е31	Киль Н.В.		

8. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

8.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Исследования, проведенные в ходе выполнения ВКР, направлены на оценку потребности в создании автоматизированных систем управления параметрами микроклимата производственных помещений, которые необходимы для автоматического регулирования микроклимата помещения в течении дня.

Данная разработка актуальна для различных производственных предприятий, не имеющих средств автоматического управления параметрами микроклимата производства. Оптимальные условия микроклимата в помещении благоприятно сказываются на производительности и здоровье рабочих, что так же существенно влияет на доходы предприятия.

Конечными потребителями являются руководители производственных предприятий.

8.2 Анализ конкурентных технических решений

В настоящее время на многих предприятиях отсутствуют системы автоматического управления параметрами микроклимата, в основном помещения оборудованы механизмами с ручным управлением и которые управляют только одним параметром микроклимата. Исходя из этого предложено создание данной системы.

Разрабатываемая система состоит из датчиков (температуры, влажности и уровня запыленности), устройств поддержания микроклимата (вентиляция, нагреватели и осушители) и панели управления, с помощью которой осуществляется настройка параметров микроклимата, при этом устройство имеет несколько настраиваемых режимов работы (сменное и нерабочее время).

В настоящее время на рынке присутствуют такие конкуренты как фирма “Джинн” с универсальным блоком управления "ДЖИНН" и компания “Балтик-Комфорт”, которая выступила поставщиком устройств для изменения параметров климата.

К преимуществам конкурентов можно отнести наличие репутации в сфере автоматики на рынке и высокую надежность поставляемого оборудования, что связано с достаточно большим опытом. Также к преимуществам можно отнести то, что их продукция универсальна и в ней может использоваться разное оборудования для управления и создания климата. Дополнительно, их оборудование снабжено устройством бесперебойного питания, позволяющего сохранять свои настройки после отключения сети. Однако данные преимущества в будущем будут оказывать меньшее влияние, так как разрабатываемое устройство со временем будет модернизироваться.

В то же время существенными недостатками конкурентов являются высокая стоимость поставляемого оборудования, низкая ремонтопригодность и трудность в подключении дополнительных модулей, например, джинн может подключать только 4 дополнительных модуля, которых хватает только на помещения малых площадей.

Проведем анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 8.2.1.

Таблица 8.2.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность	0,15	3	4	4	0,45	0,6	0,6
2. Универсальность	0,20	3	4	4	0,6	0,8	0,8
3. Удобство	0,15	4	4	3	0,6	0,6	0,45
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Перспективность рынка	0,2	4	4	4	0,8	0,8	0,8
2. Цена	0,3	4	2	2	1,2	0,6	0,6
Итого	1	Суммарная оценка			3,65	3,4	3,25

Б_ф – разрабатываемое устройство; Б_{к1} – универсальный блок управления "ДЖИНН"; Б_{к2} – Продукция компании “Балтик-Комфорт”.

Анализ конкурентных технических решений рассчитаем по формуле 8.2.1:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (8.2.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Например, для критерия оценки «надежность» данный показатель будет равняться: $K = 0,15 \cdot 3 = 0,45$. Для других критериев конкурентоспособность рассчитывается аналогично.

Преимущество перед конкурентами: Низкая цена, так как все модули устройства подбирались исходя из наилучшего соотношения цена/качество, а так же не было надбавки за репутацию компании.

Продукты конкурентов выигрывают в универсальности, но цена их оборудования очень высока. Для устранения данной слабой стороны разрабатываемого устройства в будущем планируется добавить возможность использования данной системы в помещения практически любой площади.

8.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений. Технология может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, существенным образом снижая их трудоемкость и повышая точность и достоверность результатов.

Таблица 8.3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
Надежность	0,10	60	100	0,60	0,06
Универсальность	0,18	60	100	0,60	0,108
Удобство	0,10	80	100	0,80	0,08
Срок эксплуатации	0,05	50	100	0,50	0,025
Ремонтопригодность	0,05	80	100	0,80	0,04
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Перспективность рынка	0,21	80	100	0,80	0,168
Цена	0,31	80	100	0,80	0,248
Итого	1			4,9	0,729

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$P_{ср} = \sum P_i \cdot 100$, где $P_{ср}$ – средневзвешенное значение показателей качества и перспективности научной разработки; P_i – средневзвешенное значение показателя. Значение $P_{ср}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $P_{ср}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то

перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

$$P_{cp} = \sum P_i \cdot 100 = 0,729 \cdot 100 = 72,9$$

Вывод:

По результатам оценки качества и перспективности разработка имеет оценку выше среднего, что свидетельствует нам о не завышенных показателях. ($P_{cp} = 72,9$).

8.4 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Составляем результирующую матрицу SWOT.

Таблица 8.4.1 – Матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Невысокая стоимость изделия; С2. Высокая возможность для модернизации; С3. Удобство эксплуатации	Слабые стороны: Сл1. Низкая надежность в связи с малым опытом работы; Сл2. Невысокое качество устройства; Сл3. Отсутствие опыта работы в данной сфере.
Возможности: В1. Повышение спроса на устройства контроля микроклимата; В2. Повышение заинтересованности руководителями предприятий данными устройствами; В3. Ужесточение санитарных требований на предприятиях.	При повышении спроса на устройства автоматического управления параметрами микроклимата, данное устройство сможет заинтересовать множество потенциальных покупателей.	Перечисленные слабые стороны могут помешать продвижению данного устройства на рынке, даже при повышении спроса и требований к микроклимату помещений.

Продолжение таблицы 8.4.1

Угрозы: У1. Повышение стоимости комплектующих; У2. Отсутствие инициативы внедрения новых технологий в производство; У3. Появление на рынке устройств более известных производителей; У4. Отсутствие репутации на рынке.	Появление моделей известных производителей могут оказаться предпочтительнее разработки неизвестного изготовителя, даже при низкой стоимости.	Без рекламной кампании устройство могут не заметить на рынке.
--	--	---

9 Планирование научно-исследовательских работ

9.1 Структура работ в рамках научного исследования

Группа участников состоит из студента и руководителя. Для выполнения научного исследования сформирован ряд работ, назначены должности исполнителя для каждого этапа работы (таблица 9.1.1).

Таблица 9.1.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1.	Выбор направления научного исследования	Студент
	2.	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Студент
Анализ предметной области	3.	Обзор литературы	Студент
	4.	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	5.	Анализ отобранного материала	Студент, Руководитель
Расчет устройств для управления параметрами микроклимата	6.	Сбор информации о помещении	Студент
	7.	Анализ информации о помещении	Студент
	8.	Расчет необходимых параметров устройств	Студент
	9.	Подбор объектов управления с позиции цена/качество	Студент
	10.	Проверка работы с руководителем	Студент, руководитель

Продолжение таблицы 9.1.1.

Выбор элементной базы	11.	Подбор датчиков	Студент
	12.	Подбор микроконтроллера и периферии	Студент
	13.	Составление схемы устройства	Студент
Работа с Proteus	14.	Сборка схемы в Proteus	Студент
	15.	Тестирование и доработка устройства	Студент
	16.	Проверка работы с руководителем	Студент, Руководитель
Оформление отчета	17.	Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Студент
	18.	Написание раздела «социальной ответственности»	Студент
	19.	Написание основного раздела дипломной работы	Студент
	20.	Проверка работы с руководителем	Студент, Руководитель
	21.	Подготовка презентации дипломного проекта	Студент

9.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудоемкости работ будем использовать такие показатели как ожидаемое значение трудоемкости, продолжительность каждой работы, продолжительность выполнения i – ой работы в календарных днях и коэффициент календарности.

Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется следующая формула 9.2:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5} \quad (9.2.1)$$

где t_{min} – минимальная трудоемкость i -ой работы, чел/дн.;

t_{max} – максимальная трудоемкость i -ой работы, чел/дн.

Подставим числа для первой работы «Выбор направления научного исследования» и получим ожидаемое значение продолжительности работы студента: $t_{ож} = \frac{3 \cdot 14 + 2 \cdot 28}{5} = 19,6$ чел/дн.

И руководителя: $t_{ож} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4$ чел/дн.

Из расчета ожидаемой трудоемкости работ, определим продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями (формула 9.2.2).

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} \quad (9.2.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Например, продолжительность первой работы будет равняться

$$T_{p1} = \frac{19,6 + 1,4}{2} = 10,5$$

Для построения диаграммы Ганта, переведем длительность каждого из этапов работ в календарные дни (формула 9.2.3).

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} \quad (9.2.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле 5:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (9.2.4)$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности: $K_{\text{кал}} = 365 / (365 - 119) = 1,48$.

Продолжительность выполнения первой работы в календарных днях равна: $T_{\text{к1}} = T_{\text{р1}} \cdot K_{\text{кал}} = 10,5 \cdot 1,48 = 15,54$.

Расчеты по трудоемкости выполнения работ приведены в таблице 9.2.1.

Таблица 9.2.1 – Временные показатели проведения научного исследования

Название Работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{\min} , чел-дни		t_{\max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни			
	Студент	Преподаватель	Студент	Преподаватель	Студент	Преподаватель	Одновременно выполняемые работы	Одновременно выполняемые работы
Выбор направления научного исследования	14	1	28	2	19,6	1,4	10,5	15,54
Составление и утверждение технического задания	14	1	28	2	19,6	1,4	10,5	15,54
Обзор литературы	14	0	28	0	19,6	0	9,8	14,504
Подбор и изучение материалов по теме	14	0	28	0	19,6	0	9,8	14,504
Анализ отобранного материала	7	1	14	6	9,8	4,2	7	10,36
Сбор информации о помещении	14	2	20	4	16,4	2,8	9,6	14,208
Анализ информации о помещении	10	1	14	2	11,6	1,4	6,5	9,62

Продолжение таблицы 9.2.1.

Расчет необходимых параметров устройств	8	1	14	2	10,4	1,4	5,9	8,732
Подбор объектов управления с позиции цена/качество	5	1	10	3	7	1,8	4,4	6,512
Проверка работы с руководителем	28	1	36	2	31,2	1,4	16,3	24,124
Подбор датчиков	8	1	14	2	10,4	1,4	5,9	8,732
Подбор микроконтроллер а и периферии	14	0	20	0	16,4	0	8,2	12,136
Составление схемы устройства	18	1	25	2	20,8	1,4	11,1	16,428
Сборка схемы в Proteus	18	1	25	2	20,8	1,4	11,1	16,428
Тестирование и доработка устройства	14	1	18	2	15,6	1,4	8,5	12,58
Проверка работы с руководителем	8	2	16	0	11,2	0	5,6	8,288
Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффектив ность и ресурсосбережен ие»	10	0	14	0	11,6	0	5,8	8,584
Написание раздела «социальной ответственности»	10	0	14	0	11,6	0	5,8	8,584
Написание основного раздела дипломной работы	28	0	36	0	31,2	0	15,6	23,088

Продолжение таблицы 9.2.1.

Проверка работы с руководителем	2	2	4	4	2,8	2,8	2,8	4,144
Подготовка презентации дипломного проекта	3	1	5	2	3,8	1,4	2,6	3,848
Итого	261	18	415	37	321,4	25,6	173,3	256,484

9.3 Разработка графика проведения научного исследования

По данным из таблицы 5 «Временные показатели проведения научного исследования» создадим диаграмму Ганта, которая строилась при максимальном количестве дней каждой работы. Данная диаграмма представлена на рисунке 9.3.1.

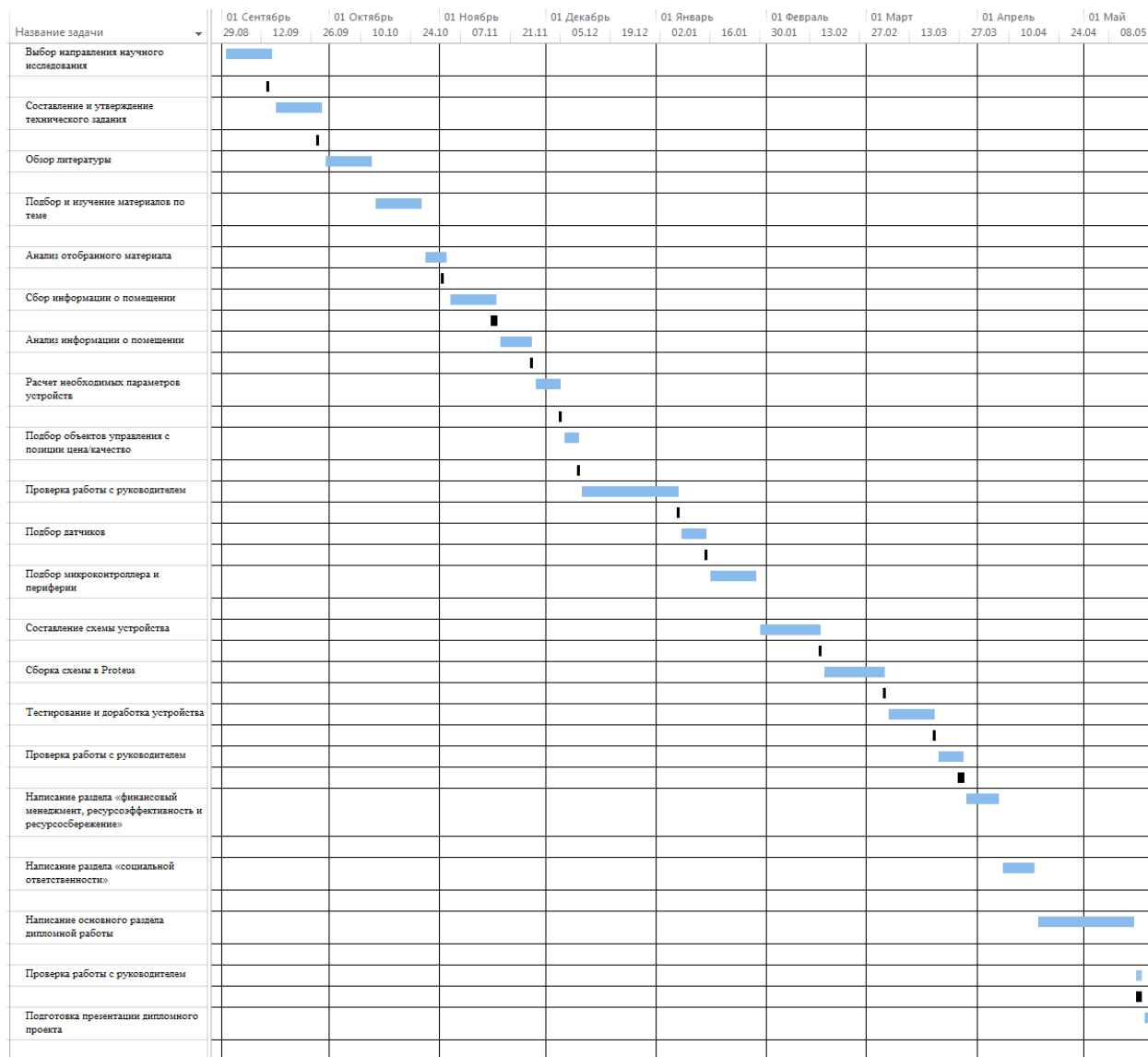


Рисунок 9.3.1 – Диаграмма Ганта

■ – Работа, которую выполняет студент.

■ – Работа, которую выполняет руководитель.

9.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Бюджет научно-технического исследования должен быть основан на достоверном отображении всех видов расходов, связанных выполнением проекта. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).

9.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для вычисления материальных затрат воспользуемся следующей формулой:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{\text{расх}i}, \quad (9.4.1)$$

где m – количество видов материальных ресурсов;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для разработки данного научного проекта необходимы материальные ресурсы, представленные в таблице 9.4.1.

Таблица 9.4.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена
			(руб.)
Осушитель воздуха	Шт.	1	12000
Нагреватели	Шт.	7	3740

Продолжение таблицы 9.4.1.

Вентилятор	Шт.	2	6500
Микроконтроллер	Шт.	1	190
Клавиатура панели управления	Шт.	1	300
Дисплей	Шт.	1	4000
Реле	Шт.	10	210
Воздуховоды вентиляции	Метры	200	50
Датчики температуры	Шт.	20	600
Датчики влажности	Шт.	10	1400
Датчики пыли	Шт.	10	1140
Резисторы	Шт.	40	13
Транзисторы	Шт.	10	40
Тиристоры	Шт.	4	80
Итого (руб.)	106 410р.		

9.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату (формула 9.4.2.1):

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (9.4.2.1)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 9.4.2.2:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}}, \quad (9.4.2.2)$$

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $М = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $М = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

при отпуске в 72 раб. дней $М = 9,6$.

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 9.4.2.1).

Таблица 9.4.2.1 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	119	119
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	198	174

Месячный должностной оклад работника (формула 9.4.2.1):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (9.4.2.1)$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 9.4.2.2.

Таблица 9.4.2.2 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р.раб.}}$ дн.	$З_{\text{осн.}}$ руб.
Руководитель	27 000	1,3	35 100	1 170	18	21 060
Студент	1 600	-	1600	53	261	13 920

9.4.3 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле 9.4.3.1:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (9.4.3.1)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$k_{\text{доп}}$ равен 0,12. Результаты по расчетам дополнительной заработной платы сведены в таблицу 9.4.3.1.

Таблица 9.4.3.1 – Затраты на дополнительную заработную плату

Исполнители	Основная зарплата (руб.)	Коэффициент дополнительной заработной платы ($k_{\text{доп}}$)	Дополнительная зарплата (руб.)
Руководитель	21 060	0,12	2 527
Итого:			2 527

9.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы 9.4.4.1:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (9.4.4.1)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 9.4.4.2.

Таблица 9.4.4.2 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	21 060	2 527
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого		
Руководитель	7 076	

9.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы - это косвенные издержки предприятия, возникающие дополнительно к основным затратам предприятия по производству и реализации продукции/работ/услуг. Составляют 16-20% от всех статей расхода.

Для расчета накладных расходов воспользуемся формулой 9.4.5.1:

$$P_{\text{н}} = (P_{\text{м}} + З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}}) \cdot k_{\text{н}} \quad (9.4.5.1)$$

Где

P_n – накладные расходы

P_m – материальные расходы

$Z_{осн}$ – основная заработная плата

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата

$Z_{внеб}$ – внебюджетные отчисления

k_n – накладной коэффициент

Подставим значения и получим накладные расходы для руководителя:

$$P_n = (70940 + 21060 + 2527 + 7076) \cdot 0,2 = 20320 \text{ р.}$$

Для студента: $P_n = 9878 \text{ р.}$

9.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 9.4.6.1.

Таблица 9.4.6.1 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	
	Руководитель	Студент
1. Материальные затраты НТИ	70 940	35 470
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	21 060	13 920
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	2 527	-
4. Отчисления во внебюджетные фонды	7 076	-
5. Накладные расходы	20 320	9878
Бюджет затрат НТИ	121 923	59 268

Финансирование проекта осуществлялись путем частичного финансирования ТПУ, а именно предоставлением помещений и оборудования, а также использованием личного ПК и иных личных ресурсов.

9.4.7 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

Финансовые ресурсы, затраченные на данное исследование, составляют порядка 181 191 рублей, что является неплохим результатом для создания автоматизированной системы управления параметрами микроклимата производственного помещения. Приняв во внимание все преимущества предложенного устройства, можно сказать, что в настоящее время, системы такого типа будут обладать спросом. Также с приобретением опыта работы в данной сфере и переходом к использованию более дорогих и надежных компонентов возможно устранение угроз (описанных в SWOT-анализе). Появление репутации на рынке также благоприятно повлияет на успешность всего проекта. Таким образом, экономическая эффективность будет иметь высокий результат с наименьшими затратами.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт	Институт кибернетики
Направление подготовки (специальность)	Мехатроника и роботехника
Уровень образования	Бакалавр
Кафедра	Систем управления и мехатроники
Период выполнения	осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года

Студенту:

Группа	ФИО
8Е31	Киль Николай Викторович

Тема работы:

Проектирование автоматизированной системы управления параметрами микроклимата производственного помещения	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

ЗАДАНИЕ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, эл – магнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, эле – ктрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) <p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>
--	--

<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке</p>	<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико – химическая природа фактора, его связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека ; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты <p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты) – термические опасности (источники, средства защиты) – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения); <p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды <p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> –перечень возможных ЧС на объекте; –выбор наиболее типичной ЧС; –разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. <p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Невский Е.С.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е31	Киль Николай Викторович		

Введение

В данном разделе выпускной квалификационной работы рассматриваются вопросы анализа вредных и опасных факторов труда, разрабатываются меры защиты от вредных и опасных производственных факторов для рабочего места в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, а также даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

В рамках ВКР рассматривается автоматизированная система управления параметрами микроклимата производственного помещения, в состав которой входят устройства поддержания микроклимата (нагреватели, вентиляция, осушители воздуха), датчики и панель управления. Цель дипломной работы - проектирование автоматизированной системы управления параметрами микроклимата производственного помещения с возможностью ввода параметров вручную.

Во время работы персонал может быть подвержен влиянию следующих факторов:

1. Микроклимат.
2. Уровень пылеобразования.
3. Уровень шума.
4. Вибрации.
5. Механические опасности.
6. Электробезопасность.
7. Пожар.

10 Вредные факторы проектируемой производственной среды

10.1 Микроклимат

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.548-96 " Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" [1] предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека. Настоящие правила характеризуют микроклимат по следующим показателям: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения. Разрабатываемая система позволит автоматически регулировать температуру, влажность и скорость движения воздуха, что только благоприятно скажется на здоровье персонала. Оптимальные параметры микроклимата приведены в таблице 10.1.1.

Таблица 10.1.1 – Допустимые и оптимальные параметры микроклимата.

Сезон	Температура, С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха,
Холодный и переходный	19-21	40-60	0,2
Тёплый	20-22	40-60	0,2

Работа персонала в данном случае относится к категории работ IIа, с интенсивностью энергозатрат до 232 Вт. Работы производятся стоя и сопровождаются значительным физическим напряжением.

10.2 Уровень пылеобразования

Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03 [2] устанавливают предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей

зоны. Настоящие Нормативы используются при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования и вентиляции, для обеспечения производственного контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих вредных веществ. Для данного помещения величина ПДК составляет 4 мг/м^3 с классом опасности 3 (пыль растительного происхождения). Проектируемое устройство предусматривает применение вытяжной вентиляции, которая уменьшит негативное влияние пыли на сотрудников.

10.3 Уровень шума

В рассматриваемом производственном помещении находится несколько станков, уровень шума которых в несколько раз превышает шум, производимый проектируемым устройством. В связи с этим, использование данной системы никак не отразится на здоровье сотрудников.

Ниже приведены допустимые уровни звука в производственных помещениях (Таблица 10.3.1).

Таблица 10.3.1 – Допустимые уровни звука

№ пп	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
5	Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [3], в качестве мер по снижению шума применяют:

- подавление шума в источниках;
- звукоизоляция и звукопоглощение;

- увеличение расстояния от источника шума;
- предоставление работающим средств индивидуальной защиты органа слуха;
- проверка технического состояния и ремонт оборудования;
- рациональный режим труда и отдыха.

10.4 Вибрации

Проектируемая система, помимо всего прочего, включает разработку вентиляции помещения, которая является источником вибраций. В СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» [4] приведена классификация вибраций. Вентиляторы относятся к категории 3а, которая характеризуется следующими допустимыми значениями вибрации (Таблица 3).

Таблица 10.4.1 – Допустимые значения вибраций

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_z , Y_z , Z_z							
	виброускорения				виброскорости			
	м/с ²		дБ		м/с · 10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
1,6	0,089		99		0,89		105	
2,0	0,079	0,14	98	103	0,63	1,30	102	108
2,5	0,070		97		0,45		99	
3,15	0,063		96		0,32		96	
4,0	0,056	0,10	95	100	0,22	0,45	93	99
5,0	0,056		95		0,18		91	
6,3	0,056		95		0,14		89	
8,0	0,056	0,10	95	100	0,11	0,22	87	93
10,0	0,070		97		0,11		87	
12,5	0,089		99		0,11		87	
16,0	0,110	0,20	101	106	0,11	0,20	87	92
20,0	0,140		103		0,11		87	
25,0	0,180		105		0,11		87	
31,5	0,220	0,40	107	112	0,11	0,20	87	92
40,0	0,280		109		0,11		87	
50,0	0,350		111		0,11		87	
63,0	0,450	0,79	113	118	0,11	0,20	87	92
80,0	0,560		115		0,11		87	

К числу мер по защите от вибрации относят:

- виброизоляцию;
- использование виброзащитных рукавиц;
- увеличение расстояния до источника вибраций.

Так как вентиляторы находятся вне рабочего помещения, то их влиянием на значение вибрации можно пренебречь.

11 Опасные факторы проектируемой производственной среды

11.1 Механические опасности

Механические опасности – опасности, способные причинить травму в результате контакта объекта или его частей с человеком. Такой контакт возможен при выполнении технологических операций или случайном нахождении человека в опасной зоне.

К механическим опасностям относят:

- движущиеся машины, механизмы и их части, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхности;
- разрушающиеся конструкции, обрушающиеся горные породы;
- расположение рабочего места на значительной высоте;
- горячие и скользкие поверхности.

В разрабатываемой системе подвижными частями обладают вентиляторы вентиляции, устройства обогрева и осушители воздуха, однако вышеперечисленные устройства выбираются из уже представленных на рынке, что говорит о уже предпринятых мерах по безопасности. Так же данные устройства располагаются в местах, находящихся во вне рабочей зоне сотрудников, следовательно, контакт с данным оборудованием ограничен.

11.2 Термические опасности

Одним из исполнительных устройств является тепловая пушка. Данное оборудование служит для создания оптимальной температуры для рабочих, оборудования и производимой на данном предприятии продукции.

Тепловые нагрузки, вызванные высокими температурами, довольно распространены в металлургии и машиностроении, но факторы теплового воздействия проще всего поддаются контролю по сравнению с другими промышленными факторами опасности. Хотя человек чувствует себя лучше

всего только в очень узком диапазоне температуры тела, должны сложиться весьма жесткие внешние условия, прежде чем тепловое перенапряжение станет ощутимым. Уровень тепловой нагрузки зависит от таких параметров, как количество теплоты, передаваемой излучением и конвекцией, влажность, температура и скорость движения воздуха, а также скорость биохимических процессов в организме рабочего. Перегрев может вызвать тепловой удар, тепловые судороги и тепловое истощение.

Нагреватели, используемые в разрабатываемой системе, уже представлены на рынке и соответствуют всем требованиям по безопасности.

11.3 Электробезопасность

Помещение сухое, с нормальной температурой и влажностью воздуха, но пыльное, и поэтому относится к классу помещений с повышенной опасностью: переключатели, кнопки и разъемы, провода изолированы, пол покрыт электроизоляционным покрытием.

Электрические изделия по способу защиты человека от поражения электрическим током подразделяются на пять классов: 0, 01, 1, 2, 3.

Разрабатываемое устройство можно отнести к классу 01, то есть, к изделиям, имеющим рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания. При начале работы с устройством необходимо проверить герметичность корпуса, не открыты ли токоведущие части. Убедиться в подключении заземляющего проводника к общей шине заземления, проверить его целостность. Если заземляющий проводник отключен, подключать его можно только при отключении машины от питающей сети. Для повышения безопасности работать можно с использованием резиновых ковриков.

Важность для предотвращения электротравматизма имеет правильная организация обслуживания действующих электроустановок, проведение ремонтных, монтажных и профилактических работ.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести:

- при производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА;
- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;
- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены;
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- постоянный контроль над состоянием электропроводки.

12 Экологическая безопасность

Производственное помещение, для которого разрабатывается устройство, находится далеко от населенных пунктов, поэтому оно не оказывает влияния на селитебную зону.

В атмосфере, как внутри помещения, так и вокруг него, присутствуют вредные примеси растительного происхождения, однако разрабатываемое устройство, кроме всего прочего, включает в себя вентиляцию, которая так же служит для фильтрации воздуха от примесей, что благоприятно сказывается на атмосфере как снаружи предприятия, так и внутри него.

Влияние рассматриваемого предприятия на гидросферу незначительно. Проектируемое устройство так же не оказывает вредного влияния на гидросферу, так как во время эксплуатации оборудования нет необходимости в применении смазочных материалов.

Для создания элементов данной системы будут использованы природные ресурсы. Так же во время эксплуатации неизбежны выходы из строя компонентов устройства, для восстановления которых потребуются

дополнительные ресурсы. Для сохранения литосферы рекомендуется отправлять непригодные для работы детали на утилизацию.

Мероприятия по защите окружающей среды:

- При проектировании технологических установок следует выбирать наиболее безопасные и экологичные материалы.
- Необходимо выключать приборы и установки после работы с ними, чтобы уменьшить потребление электроэнергии, а также исключить влияние вредных и опасных факторов, связанных с прибором (установкой).

13 Пожарная безопасность

Разрабатываемая система имеет достаточно много комплектующих, что ведет к увеличению пожарной опасности. С работниками необходимо провести инструктаж по технике безопасности в связи с появлением нового оборудования.

Одной из наиболее важных задач пожарной защиты является защита строительных помещений от разрушений и обеспечение их достаточной прочности в условиях воздействия высоких температур при пожаре. Учитывая высокую стоимость электрооборудования, а также категорию его пожарной опасности, здания для офиса, в котором предусмотрено размещение рабочего места, должны быть 1 и 2 степени огнестойкости.

Для изготовления строительных конструкций используются, как правило, кирпич, железобетон, стекло, металл и другие негорючие материалы. Применение дерева должно быть ограничено, а в случае использования необходимо пропитывать его огнезащитными составами. В офисе противопожарные преграды в виде специальных перегородок из негорючих материалов устанавливают между кабинетами.

К средствам тушения пожара, предназначенных для локализации небольших возгораний, относятся пожарные стволы, внутренние пожарные водопроводы, огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла и т. д.

Для тушения пожаров на начальных стадиях широко применяются огнетушители. По виду используемого огнетушащего вещества огнетушители бывают, в основном, пенного, порошкового, углекислотного вида. В производственных помещениях вычислительных центров (ВЦ) применяются главным образом углекислотные огнетушители, достоинством которых является высокая эффективность тушения пожара, сохранность электронного оборудования, диэлектрические свойства углекислого газа, что позволяет использовать эти огнетушители даже в том случае, когда не удастся обесточить электроустановку сразу.

Помещение оборудовано датчиками пожарной сигнализации, реагирующие на появление дыма. В рабочем помещении вывешены «Планы эвакуации людей при пожаре», регламентирующие действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники. В необходимых местах размещены ручные огнетушители. Средством оповещения сотрудников о пожаре служит пожарная сигнализация.

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- исключение образования горючей среды (контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорючих или трудно сгораемых материалов;

Необходимо в офисном помещении проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта;
- эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования;

- технические и конструктивные, связанные с правильным размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия;

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию.
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения.

В офисном помещении имеется порошковый огнетушитель типа ОУ-8, на входной двери приведен план эвакуации в случае пожара, и на достигаемом расстоянии находится пожарный щит.

- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Кроме устранения самого очага пожара, нужно своевременно организовать эвакуацию людей.

При возникновении пожара каждый обнаруживший пожар обязан:

1. Немедленно сообщить об этом в пожарную охрану по телефону 01.
2. Сообщить о случившемся дежурному персоналу.
3. Оказать помощь дежурному персоналу в организации эвакуации людей из здания и тушении пожара

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений".

2. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
3. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки"
4. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы»
5. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

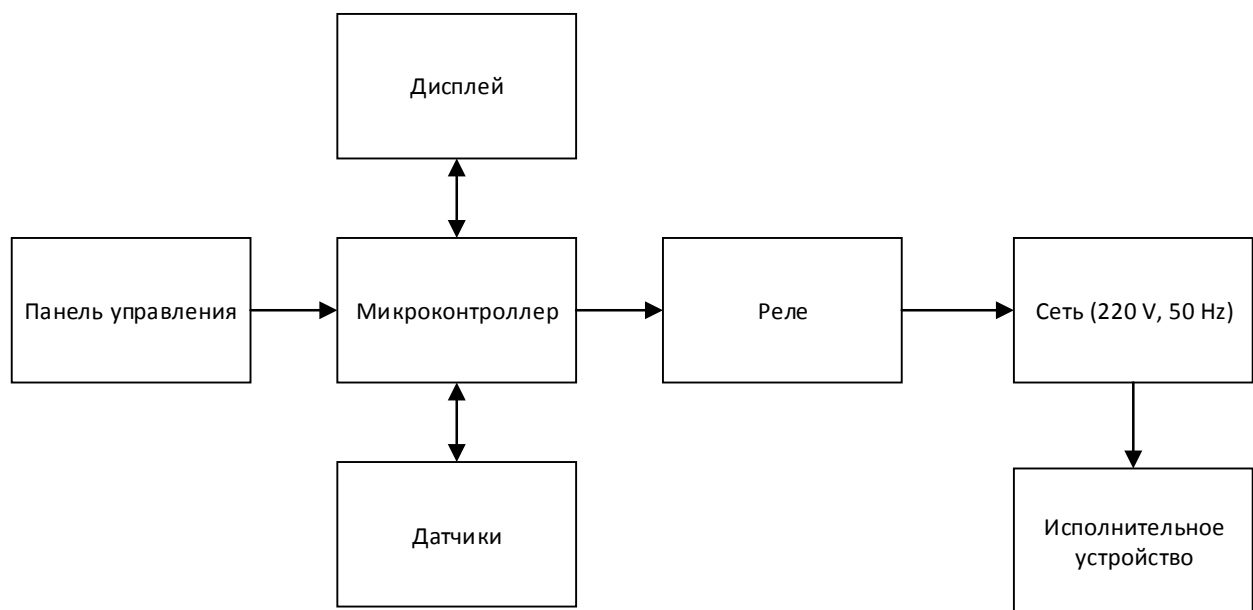
Заключение

В ходе выполнения данной работы была изучена литературы, описывающая работу устройств по измерению, поддержанию и регулированию параметров микроклимата в производственном помещении. Были рассмотрены доступные на рынке устройства, подходящие под заданное производственное помещение.

Были получены практические навыки работы с программами для моделирования и проектирования электронных схем, с микроконтроллером и периферийными электронными компонентами.

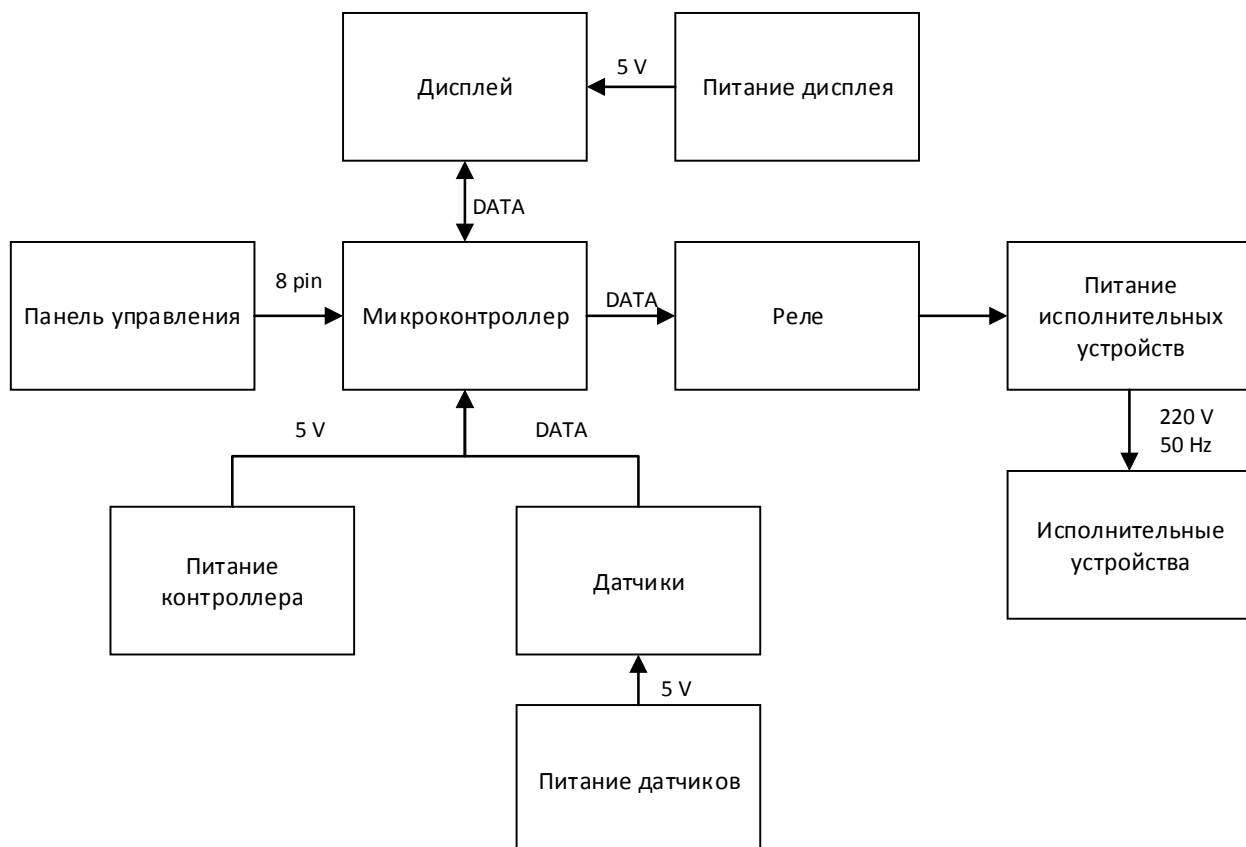
Был разработан алгоритм работы программы микроконтроллера, по которому была написана программа, позволяющая управлять внешними устройствами по регулированию параметров микроклимата.

Приложение А



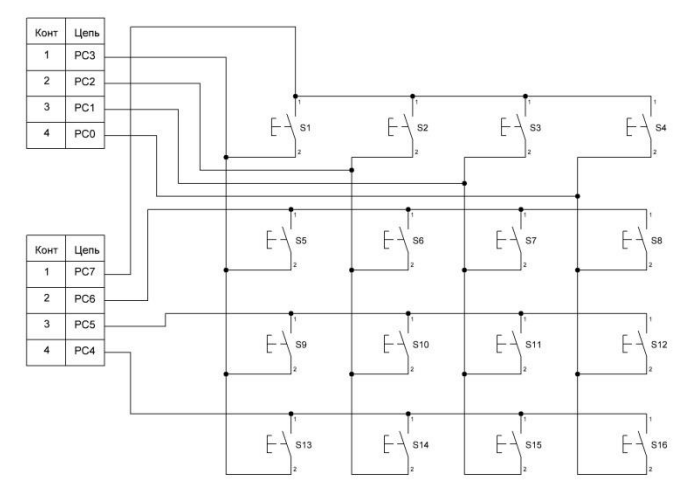
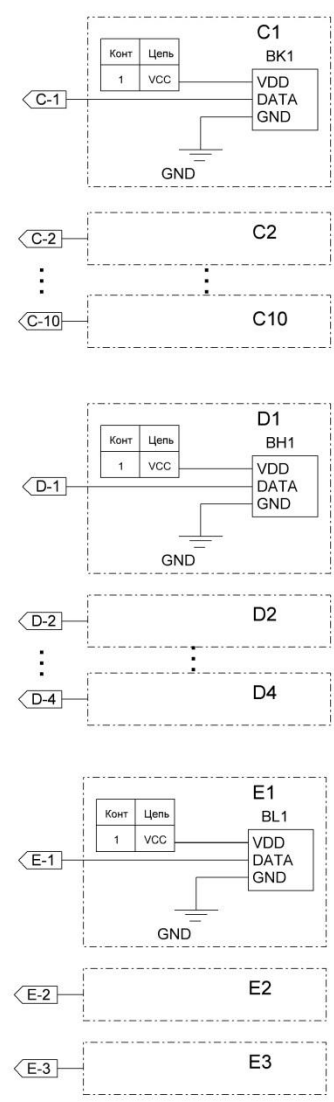
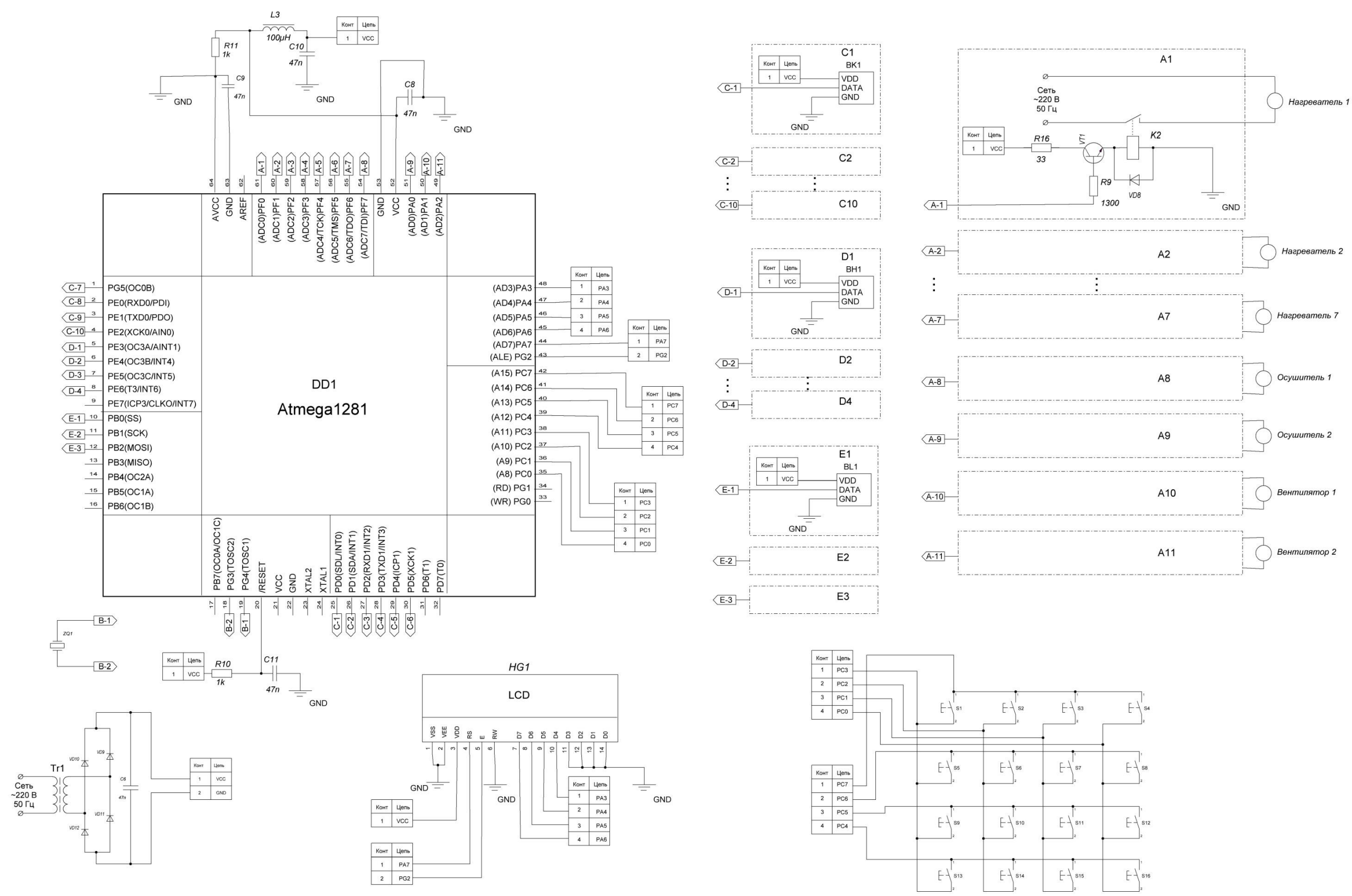
					ТПУ.440240.005 Э1							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.		Киль			Микроклимат Структурная схема				Лит.	Лист	Листов	
Провер.		Леонов									87	90
Реценз.												
Н. Контр.												
Утверд.												
					ТПУ Группа				ИК ⁸⁷ 8Е31			

Приложение Б



					ТПУ.440240.005 Э2		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Киль				Микроклимат Функциональная схема		
Провер.	Леонов						
Реценз.							
Н. Контр.							
Утверд.							
					Лит.	Лист	Листов
						89	90
					ТПУ ИК ⁸⁹ Группа 8Е31		

Приложение В



ТПУ.440240.005 ЭЗ						Лит.			Лист			Листов		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Э	1	1						
Разраб.	Киль													
Пров.	Леонов													
Нач.отд.														
Н. контр.														
Утв.														

Микроклимат
Схема электрическая принципиальная

Приложение Г

```
1  /*
2  */
3  #define F_CPU 4000000UL
4  #include <avr/io.h>
5  #include <avr/interrupt.h>
6  #include <util/delay.h>
7  volatile int v=0;
8  //-----0-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9
9  unsigned char SEGMENTE[] = {0x3F, 0x06, 0x5B, 0x4F, 0x66, 0x6D, 0x7D, 0x07,
    0x7F, 0x6F};
10 unsigned char segcounter = 0;
11 volatile int display = 65;
12 int h=0;
13 int main(void)
14 {
15 DDRA = 0xFF; // Порт В - выход
16 PORTA = 0x00;
17 DDRB = 0b00011111; // Порт В - выход
18 PORTB = 0x00;
19 DDRD = 0b00010000;
20 PORTD=0b00010000;
21 TIMSK &= ~(_BV(TOIE2) | _BV(OCIE2));
22 ASSR |= _BV(AS2);
23 TCCR2 = 0x05;
24 while (ASSR & (_BV(TCN2UB) | _BV(OCR2UB) | _BV(TCR2UB)));
25 TIMSK |= _BV(TOIE2);
26 sei(); // Глобально разрешаем прерывания
27 while(1)
28 {
29 PORTB = (1 << 3);
30 PORTA = ~(SEGMENTE[display % 3600 / 600]);
31 _delay_ms(10);
32 PORTC = (1 << 4);
33 PORTA = ~(SEGMENTE[display % 600 / 60]);
34 _delay_ms(10);
35 PORTC = (1 << 5);
36 PORTA = ~(SEGMENTE[display % 60 / 10]);
37 _delay_ms(10);
38 PORTC = (1 << 6);
39 PORTA = ~(SEGMENTE[display % 10]);
40 _delay_ms(10);
41 PORTC = (1 << 7);
42 PORTA = ~(SEGMENTE[display % 36000/3600]);
43 _delay_ms(10);
44 if (display<0)
45 {display=0;
46 PORTD=0b00000000;}
47 else
48 PORTD=0b00010000;
49 if ((PIND==0b00010001)||(PIND==0b00000001))
50 display+=600
```

```
51 if ((PIND==0b00010010)||(PIND==0b00000010))
52 display+=60;
53 if ((PIND==0b00011000)||(PIND==0b00001000))
54 display=0;
55 if (display>36000)
56 display=35999;
57 if ((PIND==0b00010100)||(PIND==0b00000100))
58 display-=60
59 }
60 }
61 }
62 ISR(TIMER2_OVR_vect)
63 {
64 display--;
65 }
```

Список литературы

1. C/C++. Процедурное программирование. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 448 с.: ил. – (Внесерийная).
2. Современные датчики. Справочник. – Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.
11. Парр Э. Программируемые контроллеры: руководство для инженера / Э. Парр; пер. 3-го англ. Изд. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 616 с.: ил.
3. ГОСТ 19.701-90. ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения.
4. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
5. ГОСТ 10177-82. Основные нормы взаимозаменяемости.
6. СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы "